VII ВСЕСОЮЗНЫЙ СЕМИНАР

ПРИМЕНЕНИЕ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ



МОСКВА-1989

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМЕ
"ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА"

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

ВРЕМЕННЫЙ НАУЧНЫЙ КОЛЛЕКТИВ "КВЧ"

" ВСЕСОЮЗНЫЙ СЕМИНАР
"ПРИМЕНЕНИЕ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ"

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

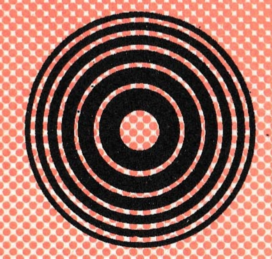
(13-15 ноября, г. Звенигород)



МОСКВА,1989

Тезисы печатаются по оригиналам авторов

I. ПРИМЕНЕНИЕ ММ ИЗЛУЧЕНИЯ В КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ



ОПЫТ ПЕРВОГО ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОГЕРЕНТНОГО НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭМИ КВЧ ДИАПАЗОНА

Л.Г.Гассанов, В.И.Пясецкий, О.И.Писанко, Ю.Н.Муськин,
А.Н.Балаба, А.П.Скляров, Л.С.Назаренко, Н.Г.Мендрул

Используя выводы работы [I] , авторы разработали и испытали устройство, обеспечивающее низкоинтенсивное (менее I мВт) электромагнитное излучение (ЭМИ) некогерентного (шумоподобного) характера, в полосе частот 60 ГГц ± 2,5%. Вне этой полосы сигнал был подавлен на 35-40 дБ, что создавало заграждение ЭМИ вне рабочей частоты.

Разработанное устройство применено для терапии язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. Результаты ограниченной клинической апробации свидетельствуют о высокой эффективности (быстрое купирование клинического проявления заболевания, сокращение сроков лечения) применяемого устройства по сравнению с аппаратами, генерирующими когерентное ЭМИ.

В работе описан способ профилактики язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки экспериментальным устройством.

Полученные данные позволяют рекомендовать разработанное КВЧ устройство для терапии и профилактики язвенной болезни как метода лечения патологии гастродуоденальной области.

Литература

I. Гассанов Л.Г., Пясецкий В.И., Писанко О.И. Роль экологического фактора во взаимодействии низкоинтенсивных электромагнитных полей крайне высокочастотного диапазона с организмом человека. - Вестник АН УССР, 1988, № 10, с.33-38.

ОСОБЕННОСТИ КВЧ ТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ НЕКОТОРЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЧЕЛОВЕКА

М.В.Пославский, А.А.Головатюк, О.Ф.Зданович, И.М.Корочкин, Т.Б.Реброва, Т.К.Шмелева, Н.А.Дидковский, Д.О.Абшилава

Исходя из общности механизмов развития некоторых заболеваний, нами проведен анализ применения КВЧ терапии более чем у I,5 тысяч больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки и рядом других заболеваний.

Установлено, что у больных с трофическими нарушениями (язвенная болезнь, длительно незаживающие раны, трофические язвы) в 85-95% случаев монотерапия миллиметровыми волнами приводит к заживлению язвенного дефекта. У больных с воспалительными заболеваниями легких и атеросклеротическим сужением сосудов на фоне нормализации клинического синдрома заболевания в процессе КВЧ терапии наблюдается улучшение иммунологического статуса и реологических свойств крови. Анализ отдаленных результатов после лечения миллиметровыми волнами показывает, что купирование обострения хронического заболевания не приводит в большинстве случаев к полному выздоровлению. Для достижения длительной стабилизации состояния ремиссии необходимы периодические курсы профилактической КВЧ терапии.

Следует обратить внимание, что заболевания, возникновение рецидива которых связано с гиперчувствительностью организма (бронхиальная астма, вегетососудистая дистония, гипертоническая болезнь с частыми кризами), при применении КВЧ терапии могут вызвать обострение патологического процесса. По нашему мнению, это связано с различной выраженностью индивидуальной реакции больного на применяемую для лечения длину волны излучения. Следовательно, назначение КВЧ терапии больным с повышенной чувствительностью должно быть очень осторожным.

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ КЛИНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КВЧ ТЕРАПИИ

М.В.Пославский, О.Ф.Зданович, А.В. Жукоцкий, Н.Н.Бутусова, А.С.Парфенов, Т.К.Шмелева, В.Г.Башкатова

Проведено изучение основных патогенетических механизмов развития язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, воспалительных заболеваний легких, атеросклероза, а также влияние на эти нарушения традиционного медикаментозного лечения и КВЧ терапии.

Основные общие изменения, выявленные при изучаемых патологических состояниях, заключались в нарушении неспецифической защитной функции организма (нарушение активности фагоцитоза), в активации процессов перекисного окисления липидов на фоне значительного снижения антиоксидантного статуса организма, в нарушении реологических свойств крови, а также обмена липидов и белков.

В процессе традиционной медикаментозной терапии изучаемые показатели достоверно не изменялись, несмотря на клиническое улучшение. У некоторых больных после окончания курса медикаментозного лечения наблюдали даже ухудшение некоторых изучаемых показателей.

Анализ изучаемых показателей при КВЧ терапии показал, что в первую очередь (после 5-I0 сеансов) наблюдается нормализация показателей, характеризующих состояние защитных, компенсаторных механизмов организма (фагоцитоз, антиоксидантный статус, реология крови). Параметры, характеризующие активность агрессивных факторов (продукты перекисного окисления липидов, бета-холестерин), уменьшаются только через I-2 месяца после окончания КВЧ терапии.

Следовательно, основными механизмами клинической эффективности КВЧ терапии является нормализация общих изменений организма, функционально связанных с защитными, компенсаторными механизмами жизнедеятельности, такими,как иммунитет, антиоксидантный статус, реология крови.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КВЧ ДИАПАЗОНА В УСЛОВИЯХ МЕДСАНЧАСТИ

А.А.Симакова, Э.С.Федичкина, Н.В.Захаров

С января 1989 года на базе медсанчасти № 40 АЗЛК в лечении больных, страдающих язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки, применяется электромагнитное излучение КВЧ диапазона. Используются генераторы Г4-I42 (по точкам акупунктуры) и Явь-I (по зонам Захарьина-Геда). Продолжительность процедуры 30 минут. Продолжительность курса лечения I0-I5 процедур.

Больным проводилось эндоскопическое обследование до и после лечения для оценки динамики заживления язвенного дефекта.

Результаты оценивались по состоянию язвенного дефекта. Часть больных лечилась амбулаторно в медсанчасти с наличием больничного листа, другая часть получала процедуры в здравпункте цеха во время рабочего дня. Полученные предварительные результаты позволили сделать вывод о высокой эффективности применения миллиметрового излучения. Заживление язвенного дефекта наблюдалось у 70% лечившихся. Уменьшение размеров язвенного дефекта наблюдалось у 21% пациентов.

МИКРОВОЛНОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КВЧ ДИАПАЗОНА В В ЛЕЧЕНИИ ГАСТРОДУОДЕНАЛЬНЫХ ЯЗВ

С.А.Домрачев, А.П.Алисов, Т.В.Григорина-Рябова, А.О.Оськин, Т.В.Галкина

С апреля 1987 г. по октябрь 1988 г. в НТО при ВНЦХ АМН СССР электромагнитное излучение КВЧ диапазона применялось в лечении I57 больных, из которых у I05 была язва двенадцатиперстной кишки, у 32 - язва желудка, у I6 - множественные язвы. Средний возраст больных с язвой двенадцатиперстной кишки составил 40,2±I,I года, с язвой желудка 49,5±I,9 года. На лечение принимались больные с неосложненными язвами, причем течение язвенной болезни было легким у 22,9% больных, средне-тяжелым у 54.2% и тяжелым у 22,9%.

Лечение осуществляли генератором Г4-I42, излучение которого по гибкому волноводу подводили на точки акупунктуры. Наиболее часто использовали 36 точку канала желудка и 4 точку канала толстой кишки. При подборе терапевтической частоты использовали весь диапазон генератора, но наиболее часто лечение проводилось на частотах от 58,00 до 62,00 ГГц, при которых возникали различные комфортные ощущения; если таковых не было, лечение проводили на частоте 6I,5 ГГц. Курс лечения составлял в среднем I2-I3 процедур по 30 мин. Мощность воздействия на выходе генератора колебалась от 2 до 8 мВт. Эндоскопическое исследование с целью определения динамики язвенного дефекта выполняли до и после курса лечения. Во время лечения больные медикаментозные средства не принимали.

Результаты лечения оценивали по динамике язвенного дефекта. Среди больных, находившихся на амбулаторном лечении, заживление язвы наблюдалось у 34,8%, уменьшение размеров язвенного дефекта у 2I,3%, язва осталась без изменений у 29,2% и у I4,6% наблюдалось увеличение язвенного дефекта. У пациентов, амбулаторное лечение которых было продолжено в стационаре, результаты были соответственно 40,9%; 24,3%; 22,6%; I2,2%. Среди больных, лечившихся стационарно, у 87,5% язва зарубцевалась, а у I2,5% уменьшилась в размере.

Таким образом, результаты КВЧ терапии гастродуоденальных язв в сроки лечения до 3 недель не лучше результатов, получаемых при традиционных методах лечения.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ВЫБОРА ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ГАСТРОДУОДЕНАЛЬНЫХ ЯЗВ

А.П.Алисов, А.О.Оськин, И.Н.Саблин, А.В.Быков

В качестве одного из критериев определения оптимальной частоты электромагнитного излучения (ЭМИ) миллиметрового диапазона при лечении больных с гастродуоденальными язвами рассматривали состояние фоновой электрической активности головного мозга.

В процессе изменения частоты электромагнитного воздействия, осуществлявшегося через диэлектрический волновод, касавшийся кожи больного в проекции точек акупунктуры, отметили развитие реакции десинхронизации альфа-ритма, которая наиболее часто возникала в диапазонах частот воздействия 58,00 - 59,5 и 6I,5 ГГц. У единичных больных реакция десинхронизации прослеживалась на протяжении всего периода воздействия. Эти наблюдения позволили сделать предположение о том, что между фактами воздействия, изменения частоты ЭМИ миллиметрового диапазона и десинхронизацией альфа-ритма существует причинная связь.

Наличие сильной корреляции между динамикой амплитуд спектров мощности альфа- и бета-ритма свидетельствует о целесообразности анализа интегральных показателей электрической активности головного мозга, таких как активация и инактивация. По предварительным оценкам, реакция активации фоновой активности в процессе ЭМИ миллиметрового диапазона носит неспецифический характер и может отражать возникновение у больных любых сенсорных феноменов и изменений самочувствия в период наблюдения. Складывается впечатление, что реакция инактивации отражает возникновение у больного комфортного эмоционального состояния, дремоты, сна, что совпадало с ослаблением клинических проявлений язвенной болезни. В этой связи при выборе терапевтических параметров целесообразно ориентироваться на частоты ЭМИ миллиметрового диапазона, сопровождающиеся реакцией инактивации фоновой электрической активности головного мозга, и частоты воздействия, предшествующие этому явлению.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН КВЧ НА МОТОРИКУ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У БОЛЬНЫХ С ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНЬЮ В ФАЗЕ ОБОСТРЕНИЯ

В.П.Туранский, Г.И.Кириченко, В.В.Волков

Терапия микроволнами КВЧ все шире используется для лечения больных язвенной болезнью в фазе обострения.

Болевой синдром у этих больных в большой степени зависит от тонуса и моторики пищевого канала.

Проведен анализ электроинтестинограмм (ЭИГ) I0 больных контрольной группы и 20 больных язвенной болезнью в фазе обострения. Источником микроволн КВЧ служил аппарат "Электроника КВЧ-0I". Воздействовали на точки акупунктуры.

В качестве регистрирующего устройства ЭИГ служил низкочастотный спектроанализатор "Гастрон".

Анализ ЭИГ проводился по амплитудно-частотным характеристикам всех отделов пищевого канала.

У 95% больных с исходной гиперкинезией преимущественно двенадцатиперстной (ДПК) и тонкой кишки амплитуда волн снизилась в среднем на 246 мкВ;

- у 85% больных с гипокинезией отмечено появление гиперкинетической дискинезии желудка и ДПК в течение I0-I5 минут;
- у 9% заметной динамики амплитуды ЭИГ не отмечено.

Механизм выявленных изменений изучается.

ЛЕЧЕНИЕ ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНИ I2-ПЕРСТНОЙ КИШКИ МЕТОДОМ КВЧ ТЕРАПИИ

В.Ф.Саенко, А.М.Бахарев, А.А.Пустовит, И.С.Черная

Обследовано 30 больных с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки, которым в качестве консервативного лечения применен курс КВЧ терапии (IO сеансов).

Все 30 пациентов поступили в клинику в связи с отсутствием положительного эффекта в результате традиционного лечения. По данным эндоскопии у всех пациентов отмечено наличие язвенной болезни двенадцатиперстной кишки в активной фазе, со средними размерами язвенного дефекта 0,8 см. При этом кампилобактерносительство выявлено у 27 человек (90%). Показатели кислотопродукции составили в среднем (натощак) 4,2±0,4 ммоль/ч, ВАО - I0,2±0,8 ммоль/ч, МАО - I6,2±I,4 ммоль/ч.

В результате проведенного лечения КВЧ воздействием у всех 30 пациентов отмечали положительную динамику клинической картины. По данным эндоскопии полное замещение язвенного дефекта рубцовой тканью отмечено у I9 пациентов, у 8 - неполное рубцевание с уменьшением размеров язвы до диаметра 2-4 мм. Из всех обследуемых только у I пациента сохранилось кампилобактерносительство, однако указанный микроорганизм признан нежизнеспособным после проведения специальных методов исследования.

Показатели желудочной секреции после КВЧ воздействия уменьшились соответственно на 3,2%, на 8,I% и на II,4%, что составило в среднем (натощак) 4,I±0,3 ммоль/ч, ВАО - 9,4±0,6 ммоль/ч, МАО I4,4±0,8 ммоль/ч.

КЛИНИКО-ЭНДОСКОПИЧЕСКИЕ ПАРАЛЛЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РУБЦЕВАНИЯ ЯЗВЕННОГО ДЕФЕКТА ПРИ ТЕРАПИИ КВЧ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Е.Ф.Котович, В.В.Гнатко, С.Л.Омельчук, М.А.Копельник, Н.В.Гульчий

Язвенная болезнь встречается у 2-3% всего взрослого населения всего земного шара. В СССР на I00 чел. населения приходится 8,2 больных язвенной болезнью мужчин и 2,0 - женщин.

Существующие методы комплексной терапии язвенной болезни, направленные на различные патогенетические механизмы заболевания, существенно не улучшили результаты лечения. Никто из клиницистов не может утверждать возможность лечения язвенной болезни, в этом аспекте речь может идти только о купировании рецидива заболевания.

Включение в схему лекарственной терапии язвенной болезни местного лазерного облучения зоны язвенного поражения и гипербсрической оксигенации значительно повысили ее эффективность, хотя у 70% лиц, страдающих язвенной болезнью, возникают рецидивы заболевания и у I/3 из них в дальнейшем развиваются осложнения, нередко требующие хирургического вмешательства.

В работе показано, что воздействие низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты на рефлексогенные зоны, биологически активные точки кожи больных способствует ускорению регенерации язвенного дефекта в 8I,5% случаев. Однако при определенных условиях видимого благополучия клинического течения заболевания (купирования болевого синдрома, отсутствие диспептических явлений) отсутствует эффект рубцевания язвенного дефекта.

В результате проведенного клинико-эндоскопического анализа выявлен ряд признаков, по определению оптимального набора которых для выбранного критерия прогнозирования с большой долей вероятности можно предсказать исход лечения язвенного дефекта методом КВЧ воздействия. Подсчет суммы числовых значений каждого признака (фактора риска) позволяет отнести данного больного к группе с благоприятным исходом или сомнительным результатом. Результаты клинико-эндоскопического прогнозирования позволяют наметить дальнейший план лечебных мероприятий, необходимый для терапии язвенной болезни.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В ХИРУРГИИ ОСЛОЖНЕННЫХ ГАСТРОДУОДЕНАЛЬНЫХ ЯЗВ

В.М.Меллин, И.Д.Танасиенко, Г.В.Буренко, О.И.Писанко

Воздействие электромагнитным излучением (ЭМИ) низкой интенсивности на биологически активные точки (БАТ) применено в комплексном хирургическом лечении II0 больных с гастродуоденальными язвами. После терапии ЭМИ оперировано 92 человека с язвой желудка (28 пациентов) и двенадцатиперстной кишки (64 пациента). Показаниями к операции явились: незаживление язв (8 больных), пилородуоденальный стеноз (36 больных), пенетрация каллезных язв (48 больных).

У 79 (85,8%) больных в результате ЭМИ выявлено уменьшение размеров язв и окружающего их инфильтрата, у 26 пациентов улучшилась проходимость пилородуоденального отдела. Благодаря этому 49 больным удалось выполнить органосберегающие операции и избежать несостоятельности швов культи двенадцатиперстной кишки после резекции желудка, произведенной 43 пациентам.

После ушивания перфоративных язв у I8 больных ЭМИ низкой интенсивности применено в раннем послеоперационном периоде. По данным фиброгастродуоденоскопии у I3 из них после 8-I0 сеансов лечения язвенный дефект не определялся. На месте ушивания перфорации был виден локальный участок инфильтрированной и ярко гиперемированной слизистой.

Наши наблюдения позволяют считать, что незаживление язв после лечения ЭМИ низкой интенсивности следует расценивать как критерий осложненного язвенного процесса, что является показанием к хирургическому вмешательству. Операция абсолютно показана при язвах желудочной локализации в виду возможности их малигнизации. Воздействие ЭМИ на БАТ является эффективным способом предоперационной подготовки больных каллезными пенетрирующими и стенозирующими язвами, а также средством реабилитации больных после ушивания перфоративных язв.

В условиях хирургической клиники наиболее простым и удобным оказалось применение аппарата "Электроника КВЧ".

НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ И ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕРАПИИ ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНИ МЕТОДОМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО КВЧ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Е.Ф.Котович, С.Л.Омельчук, В.В.Гнатко, Н.В.Гульчий, М.А.Копельник, Л.Л.Царук

В последнее время ведутся интенсивные исследования влияния электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ) низкой интенсивности (НИ) (менее I0 мВт/см^2) на жизнедеятельность живых организмов.

В работе приводятся результаты ограниченной клинической апробации способа КВЧ терапии в лечении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки путем локального воздействия на биологически активные точки (БАТ), рефлексогенные зоны кожной поверхности тела. Лечение больных неосложненной формы язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки низкоинтенсивным ЭМИ проводили в двух модификациях:

а) путем индивидуального подбора частоты ЭМИ по способу сенсорных изменений;

б) излучение НИ с нефиксированной частотой.

В работе дана оценка эффективности указанного метода лечения по критерию заживления язвенного дефекта как при применении ЭМИ в чистом виде, так и в комплексе с медикаментозной терапией.

В сравнительном анализе приведены данные пятилетнего клинико-эндоскопического наблюдения за больными язвенной болезнью, получивших терапию локальную низкоинтенсивным ЭМИ и традиционным способом с помощью медикаментозных средств.

В заключительной части по полученным результатам наблюдения делаются выводы о том, что использование миллиметровых волн может рассматриваться как средство выбора терапии язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМОДИНАМИКИ И СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ МИОКАРДА У БОЛЬНЫХ ИБС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КВЧ

Н.Д.Девятков, Л.Н.Гончарова, О.Д.Локшина, И.В.Данилова

Целью настоящего исследования являлась оценка влияния КВЧ терапии в комплексном медикаментозном лечении больных прогрессирующей стенокардией на показатели центральной гемодинамики и сократительной функции миокарда. Клинико-инструментальное обследование проведено 23 больным с прогрессирующей стенокардией.

Больным проводилась КВЧ терапия аппаратом "Явь-I" на область мечевидного отростка в течение 60 мин, на протяжении I0 дней. Облучение проводилось I0 больным на волне 7,I мм с модуляцией Δf = ± I00 МГц при ППМ = I0 мВт/см^2 в течение I0 дней и I3 больным 5 дней на волне 5,6 мм и 5 дней на волне 7,I с модуляцией Δf = ± I00 МГц при ППМ = I0 мВт/см^2.

Были проанализированы 4 параметра эхополикардиографии и 8 параметров тетраполярной реографии до и после проведенного курса лечения.

Выявлено увеличение фракции выброса на 24,4 ± 5,2%. Оно происходило на фоне увеличения конечно-диастолического объема на 28,2 ± I0,I% и конечно-систолического объема на I5,9 ± 6,I% т.е. за счет увеличения роли механизма Франка-Старлинга. Отмечена тенденция к нормализации величины показателя митрально-септальной сепарации. Показатели диастолы заметных изменений не претерпевали.

Данные тетраполярной реографии свидетельствуют об увеличении ударного объема в среднем на I3%, минутного объема – в среднем на I8,7%, систолического индекса на I6,8%. При этом отмечалось снижение удельного периферического сопротивления в среднем на 22,8%, расходе энергии миокарда на 5,45%. Объемная скорость выброса возрастала в среднем на I4,9%, мощность сердечных сокращений в среднем на 8,5%.

Полученные данные позволяют считать, что комплексное воздействие КВЧ и медикаментозной терапии улучшает сократительную функцию миокарда, что отражается в увеличении фракции выброса, за счет силы сердечных сокращений, а не за счет нарастания частоты сердечных сокращений. Под влиянием КВЧ, как было показано нами в предыдущих расчетах, происходит урежение темпа сердечного ритма, чем можно объяснить увеличение конечного диастолического объема левого желудочка.

ИЗМЕНЕНИЕ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ КВЧ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА

Т.В.Головачева, В.Ю.Ушаков, В.М.Павлюк

В последнее время в медицине возрос интерес к созданию новых, немедикаментозных методов лечения различных вариантов ишемической болезни сердца.

Целью проводимой работы явилось изучение ответной реакции иммунной системы в остром периоде инфаркта миокарда при воздействии электромагнитного излучения (ЭМИ) мм диапазона.

В обследование были включены I6 больных острым инфарктом миокарда. Возраст больных от 44 до 60 лет. У 9 больных был определен передний трансмуральный, у 7 – задний трансмуральный инфаркт миокарда. В качестве источника ЭМИ мм диапазона использовали установку "Явь-I" с фиксированной длиной волны 5,6 мм и модуляцией Δf = ± 50 МГц. Рупор располагался на поверхности кожи голени. Продолжительность одной процедуры составляла 60 минут. Всего проводилось I4 процедур. Состояние иммунной системы определялось до и после курса КВЧ терапии. Анализировались клеточный и гуморальный иммунитет: содержание Т- и В-лимфоцитов, Т-хелперы, Т-супрессоры, отношение Тх/Тс, содержание иммуноглобулинов всех классов.

Выявленные изменения носили, в основном, характер стимуляции иммунных процессов. После воздействия КВЧ определена тенденция к увеличению Т-лимфоцитов с 0,II8±0,040 г/л до 0,I42±0,039 г/л, В-лимфоцитов с 0,02I±0,007 г/л до 0,069±0,05 г/л. В результате лечения в количественном содержании субпопуляции Т клеток наблюдались следующие изменения. Так, на фоне практически не меняющихся Т-хелперов отмечалось уменьшение Т-супрессоров.

Наряду с этим выявлены изменения и гуморального иммунитета, отражающиеся в увеличении Ig M и Ig G соответственно на I0,5 и I0,2%. Содержание Ig A уменьшалось после ЭМИ воздействия на I7,4% по сравнению с исходным уровнем.

Эти изменения иммунных показателей сопровождались улучшением клинической картины: уменьшением интенсивности, количества ангинозных болей, более быстрой положительной динамикой ЭКГ.

В работе проводились индивидуальные сопоставления иммунных показателей с клиническим течением ишемической болезни сердца.

ВЛИЯНИЕ КВЧ ТЕРАПИИ НА КЛИНИКУ И ПОКАЗАТЕЛИ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

Л.С.Юданова, О.Д.Локшина, П.И.Синицын

Проведено изучение влияния КВЧ терапии на клинику и показатели липидного обмена у больных с прогрессирующей стенокардией на фоне стандартной медикаментозной терапии (нитраты, β-блокаторы, препараты калия). Было обследовано 38 больных с прогрессирующей стенокардией. У I5 больных в анамнезе был инфаркт миокарда, I9 – страдали гипертонической болезнью. КВЧ терапия проводилась аппаратом "Явь-I" на область мечевидного отростка по 60 минут в течение I0 дней. В первой группе – I5 больных – проводилось облучение на длине волны 7,I мм (с модуляцией в $\Delta f = \pm$I00 МГц) при ППМ=I0 мВт/см^2 в течение всех I0 дней. Во второй группе – 23 больных – проводилось облучение на длине волны 5,6 мм в режиме модуляции $\Delta f = \pm$50 МГц, ППМ=I0 мВт/см^2 в течение первых 5 дней и на длине волны 7,I мм в режиме модулей $\Delta f = \pm$I00 МГц в течение последующих 5 дней.

При клинической оценке результатов лечения учитывали количество приступов стенокардии до и после окончания курса КВЧ терапии. Очень хороший клинический эффект (приступы стенокардии полностью исчезли) нами наблюдался у I2 больных. Хороший клинический эффект (количество приступов стенокардии уменьшилось в 2 раза и более) у 2I больного. Удовлетворительный клинический эффект (количество приступов стенокардии уменьшилось менее чем в 2 раза) у 5 больных. В данной группе нами отмечено более благоприятное влияние КВЧ терапии на клиническую эффективность проводимого лечения.

Исследования уровня холестерина и липидного обмена под влиянием КВЧ терапии показали, что только комбинированная терапия оказывает эффект. У 8 больных было отмечено незначительное снижение уровня холестерина, у 9 больных была выявлена тенденция к снижению атерогенного класса β-липопротеидов.

Применение КВЧ терапии на фоне медикаментозного лечения больных с прогрессирующей стенокардией позволяет сократить сроки пребывания больных в стационаре до I0 дней. Возможно, что КВЧ усиливают эффективность стандартной медикаментозной терапии за счет снижения резистентности миокарда к нитратам и β-блокаторам.

Применение сочетанного облучения больных на длине волны 5,6 и 7,I мм с модуляцией в I00 МГц при ППМ=I0 мВт/см^2 дает более благоприятный клинический эффект при лечении больных с прогрессирующей стенокардией.

К ПРОБЛЕМЕ ОПТИМИЗАЦИИ ЛЕЧЕБНОГО ДЕЙСТВИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ОСЛОЖНЕННЫХ РАНЕВОЙ ИНФЕКЦИЕЙ ПОВРЕЖДЕНИЯХ КОСТЕЙ И СУСТАВОВ

В.И.Говалло, Ю.Ф.Каменев, А.Г.Саркисян, Т.Б.Реброва, Л.З.Балакирева, С.А.Горбатенко, Ю.А.Топоров, Г.Ш.Хондкарян, М.Г.Вартапетов, В.А.Шитиков

Разработку проблемы оптимизации лечебного действия миллиметрового излучения низкой интенсивности следует отнести к наиболее важным аспектам клинических исследований эффективности применения указанного физического фактора при осложненных раневой инфекцией повреждениях костей и суставов. Прогресс в разработке данной проблемы связан с решением многих вопросов, имеющих значение для определения научно обоснованных подходов к лечению миллиметровым излучением больных. В настоящее время большинство врачей пользуются стандартной методикой лечения миллиметровым излучением больных, которая не учитывает специфику имеющейся у больных патологии, тяжесть ее, исходное состояние больных. Отсутствие индивидуального подхода к лечению больных указанным методом ограничивает его применение в клинической практике, мешает получить истинное представление о лечебных возможностях миллиметрового излучения при различных патологических состояниях организма.

В отличие от всех известных в медицине средств и методов неспецифической активационной терапии лечебное действие ЭМИ связано с управлением восстановительными процессами и мобилизацией собственных резервных возможностей организма.

До настоящего времени медицине не известны методы физической терапии, способные так же как когерентные электромагнитные волны малой интенсивности ЭМИ имитировать вырабатываемые организмом собственные сигналы управления, обеспечивающие ускоренное формирование в клетках временных структур, которые берут на себя функцию генерации сигналов, управляющих восстановительными процессами. Из изложенного видно, что проблема оптимизации лечебного действия ЭМИ имеет не только теоретическое, но и прежде всего практическое значение применительно ко всем без исключения разделам медицины.

Целью нашего исследования являлась разработка принципов индивидуального подхода к применению ЭМИ у больных с осложненными ра-

невой инфекцией повреждениями костей и суставов. Цель достигается путем решения ряда конкретных задач, направленных на изучение ответных реакций организма на действие ЭМИ при различных состояниях организма и способах воздействия:

- выделение отдельных групп больных с целью индивидуального подхода к лечению ЭМИ (разработка критериев исходного состояния больных по данным клинических и лабораторных методов исследования)
- изучение эффективности различных способов воздействия ЭМИ по данным термографии, допплерографии, полярографии, а также показателей свертывающей системы крови;
- обоснование экспозиции облучения ЭМИ в зависимости от исходного состояния больных;
- определение необходимого количества сеансов на курс лечения в зависимости от исходного состояния больных;
- изучение изменений разных исходных показателей общей иммунореактивности в зависимости от способов применения ЭМИ.

ВЛИЯНИЕ ЭМИ ММ ДИАПАЗОНА НА ТЕЧЕНИЕ ОЖОГОВОЙ АНЕМИИ

Н.П.Диденко, Г.Е.Соколович, А.В.Бычков, М.Е.Гуревич, З.И.Ржевская, Л.Н.Афонина, В.А.Ча, В.М.Перельмутер

Коррекция анемии при ожоговой болезни остается трудной медицинской проблемой. В связи с этим оправдан поиск новых подходов к лечению анемического синдрома данного заболевания.

Ранее нами было показано, что под влиянием ЭМИ стимулируется эритропоэз как у интактных мышей, так и у животных с постгеморрагической анемией. Эти данные послужили основанием для попытки лечения анемии при ожоговой болезни.

В качестве источника ЭМИ использовали генератор "Явь-I-7,I". Под наблюдением были больные с поверхностными ожогами площадью не более 30%, разделенные в зависимости от локализации и тяжести ожоговой травмы на четыре группы.

Как показали результаты исследования, под влиянием ЭМИ увеличивается количество ретикулоцитов в группах с ожогами лица площадью менее I0% и с ожогами туловища площадью до 20% поверхности тела. В группе больных с ожогами лица и туловища от I0 до 30% противоанемический эффект при избранном режиме воздействия отсутствовал.

Таким образом, ЭМИ мм диапазона целесообразно использовать в комплексе патогенетической терапии для лечения анемии у больных с благоприятными прогностическими критериями, определяемыми по локализации и тяжести ожоговой травмы.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ММ ДИАПАЗОНА В ОНКОЛОГИИ

С.Д.Плетнев

При лечении онкологических больных наиболее распространенными методами являются: хирургический, лучевой, лекарственный. Однако результаты лечения указанными методами не отличаются высокой эффективностью. В связи с чем в последние годы при лечении онкологических больных стали широко использоваться физические методы: лазерные, СВЧ, КВЧ и др.

Впервые идея возможности влияния ММ излучения на биологические структуры и организмы была высказана отечественными учеными Н.Д.Девятковым и М.Б.Голантом в I964-I965 гг. В клинической онкологии апробация метода ЭМИ была начата в I984 г. в отделении физических методов диагностики и лечения опухолей МНИОИ им. П.А.Герцена. В работе принимала участие большая группа сотрудников медиков и физиков под общим руководством Н.Д.Девяткова (М.Б.Голант, Т.Б.Реброва, Л.З.Балакирева, Е.И.Балибалова, В.Г.Мазурин, О.М.Карпенко, Р.К.Кабисов, В.А.Кузьмин и др.).

В процессе работы велись поиски наиболее эффективного режима воздействия, изучались возможности улучшения переносимости химиопрепаратов при лечении больных раком молочной железы, влияние на заживления лазерных ран. У больных меланомой кожи изучались возможности закрепления терапевтического эффекта. Источником ЭМИ были установки "Явь" с λ - 7,I и 5,6 мм. Продолжительность разового воздействия I час. Курс лечения I0-I5 воздействий. Полученные результаты клинической апробации ЭМИ свидетельствуют о выраженном терапевтическом эффекте, безвредности и простоте метода.

МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ММ ДИАПАЗОНЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА У БОЛЬНЫХ РАКОМ ТЕЛА МАТКИ В ПЕРИОД ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ГАММА-ТЕРАПИИ

С.А.Гешелин, В.Н.Запорожан, И.М.Локшина, Л.З.Балакирева, В.Н.Низов, А.П.Гадюченко, М.В.Орлова

Послеоперационная дистанционная гамма-терапия, являющаяся компонентом комбинационного лечения больных раком тела матки, усугубляет иммунодепрессию, обусловленную опухолью и факторами хирургической агрессии. В поиске средств преодоления гамма-лучевой иммунодепрессии мы обратились к электромагнитному излучению в мм диапазоне, которое может играть роль гемопротектора и иммуномодификатора и, в соответствии с результатами наших экспериментов на морских свинках, препятствует иммунодепрессии, вызванной введением синэстрола.

Под наблюдением находилась 5I больная раком тела матки II^{а} и II^{б} стадии, которым произведено комплексное лечение, включающее оперативное вмешательство и последующее применение электромагнитного излучения мм диапазона с 3 по 8 день послеоперационного периода. Дистанционная гамма-терапия назначалась с I5-I6 суток и осуществлялась в течение 4-5 недель.

Установлено, что применение ЭМИ в мм диапазоне в послеоперационном периоде до начала гамма-терапии уменьшает число больных, у которых в течение телегамматерапии снижается число лимфоцитов, Е-РОК, активных Т-лимфоцитов, Т-лимфоцитов, несущих рецепторы к стафилококку. Электромагнитное излучение сохраняет популяцию $T\mu$ (хелперов), не влияя на уменьшение популяции $T\gamma$ (супрессоров), что улучшает соотношение $T\mu : T\gamma$ у облученных. Таким образом, электромагнитное излучение в мм диапазоне обладает иммунопротекторным и иммунорегулирующим действием и может использоваться в качестве модификатора в комбинированном лечении больных раком тела матки.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ММ ДИАПАЗОНА В ОНКОЛОГИИ

С.Д.Плетнев

При лечении онкологических больных наиболее распространенными методами являются: хирургический, лучевой, лекарственный. Однако результаты лечения указанными методами не отличаются высокой эффективностью. В связи с чем в последние годы при лечении онкологических больных стали широко использоваться физические методы: лазерные, СВЧ, КВЧ и др.

Впервые идея возможности влияния ММ излучения на биологические структуры и организмы была высказана отечественными учеными Н.Д.Девятковым и М.Б.Голантом в 1964-1965 гг. В клинической онкологии апробация метода ЭМИ была начата в 1984 г. в отделении физических методов диагностики и лечения опухолей МНИОИ им. П.А.Герцена. В работе принимала участие большая группа сотрудников медиков и физиков под общим руководством Н.Д.Девяткова (М.Б.Голант, Т.Б.Реброва, Л.З.Балакирева, Е.И.Балибалова, В.Г.Мазурин, О.М.Карпенко, Р.К.Кабисов, В.А.Кузьмин и др.).

В процессе работы велись поиски наиболее эффективного режима воздействия, изучались возможности улучшения переносимости химиопрепаратов при лечении больных раком молочной железы, влияние на заживления лазерных ран. У больных меланомой кожи изучались возможности закрепления терапевтического эффекта. Источником ЭМИ были установки "Явь" с λ - 7,1 и 5,6 мм. Продолжительность разового воздействия 1 час. Курс лечения 10-15 воздействий. Полученные результаты клинической апробации ЭМИ свидетельствуют о выраженном терапевтическом эффекте, безвредности и простоте метода.

МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ММ ДИАПАЗОНЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА У БОЛЬНЫХ РАКОМ ТЕЛА МАТКИ В ПЕРИОД ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ГАММА-ТЕРАПИИ

С.А.Гешелин, В.Н.Запорожан, И.М.Локшина, Л.З.Балакирева, В.Н.Низов, А.П.Гадюченко, М.В.Орлова

Послеоперационная дистанционная гамма-терапия, являющаяся компонентом комбинационного лечения больных раком тела матки, усугубляет иммунодепрессию, обусловленную опухолью и факторами хирургической агрессии. В поиске средств преодоления гамма-лучевой иммунодепрессии мы обратились к электромагнитному излучению в мм диапазоне, которое может играть роль гемопротектора и иммуномодификатора и, в соответствии с результатами наших экспериментов на морских свинках, препятствует иммунодепрессии, вызванной введением синэстрола.

Под наблюдением находилась 51 больная раком тела матки П^{а} и П^{б} стадии, которым произведено комплексное лечение, включающее оперативное вмешательство и последующее применение электромагнитного излучения мм диапазона с 3 по 8 день послеоперационного периода. Дистанционная гамма-терапия назначалась с 15-16 суток и осуществлялась в течение 4-5 недель.

Установлено, что применение ЭМИ в мм диапазоне в послеоперационном периоде до начала гамма-терапии уменьшает число больных, у которых в течение телегамматерапии снижается число лимфоцитов, Е-РОК, активных Т-лимфоцитов, Т-лимфоцитов, несущих рецепторы к стафилококку. Электромагнитное излучение сохраняет популяцию T_μ (хелперов), не влияя на уменьшение популяции T_γ (супрессоров), что улучшает соотношение $T_\mu : T_\gamma$ у облученных. Таким образом, электромагнитное излучение в мм диапазоне обладает иммунопротекторным и иммунорегулирующим действием и может использоваться в качестве модификатора в комбинированном лечении больных раком тела матки.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОГО ПИЕЛОНЕФРИТА

Д.В.Кан, О.Б.Лоран, Т.Б.Реброва, Д.Л.Перепечай, М.Б.Афанасьев, А.К.Брюхова, В.Е.Мазо, М.Ф.Мичник, Ю.В.Шахматов

Лечение и профилактика обострений хронического пиелонефрита является одной из сложных и нерешенных задач урологии. Работа посвящена нетрадиционному методу лечения хронического пиелонефрита – КВЧ терапии. Основанием для проведения исследования явилась отмеченная ранее терапевтическая эффективность КВЧ терапии в лечении ряда хронических заболеваний.

Обследованы 32 женщины, страдающие хроническим пиелонефритом, в возрасте от I9 до 42 лет, при этом у I9 из них выявлен хронический пиелонефрит в стадии ремиссии, и у I3 – в латентной стадии. Облучение проводили в положении лежа, воздействие было направлено на лобок и нижний край грудины; продолжительность 30 минут ежедневно, всего проводилось I0-I2 процедур до достижения состояния реакции активации по Гаркави. Источником радиоволн служила портативная малогабаритная установка "Явь-I", фиксированная средняя длина волны 7,I мм.

Контроль за эффективностью облучения осуществляли на основании объективного улучшения, лабораторных исследований, в том числе исследования иммунологического статуса.

Полученные клинические результаты позволяют говорить о целесообразности применения КВЧ терапии в лечении хронического пиелонефрита. Практически у всех больных достигнуто субъективное улучшение. Данные иммунологического исследования свидетельствуют о стимулирующем влиянии ЭМИ терапии на состояние клеточного иммунитета у женщин, страдающих хроническим пиелонефритом.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА В ОРТОПЕДИИ И ТРАВМАТОЛОГИИ

А.А.Симакова, Т.С.Тамбаева, М.В.Кунгурцева

В отечественной литературе нет сведений о влиянии электромагнитных полей миллиметрового диапазона на больных с заболеванием суставов различной этиологии. Этому вопросу и посвящена настоящая работа, проводимая сотрудниками 5I городской поликлиники г.Москвы.

В процессе лечения проводилось два типа воздействия:

а) на область пораженного сустава в виде прямого контакта (облучение через рупор);

б) на акупунктурные точки с помощью волновода.

В качестве источников излучения использовались серийные генераторы миллиметрового диапазона Г4-I42 и "Явь-I". Курс лечения I5 процедур, длительность одной процедуры от 30 минут до I часа. Количество курсов зависит от состояния больного.

Под наблюдением находилось 30 больных в острой, подострой и хронической стадиях с поражением I-2 суставов, главным образом плечевого и тазобедренного, остеохондроза позвоночника. Кроме клинического течения учитывалась картина крови, рентгенографические и другие исследования. У всех больных отмечались ортопедические проявления болезни (неврологические и рефлекторные расстройства, а также корешковые проявления).

Положительное влияние микроволновой рефлексотерапии проявилось у большинства больных уже после первых сеансов. Отмечался ясно выраженный болеутоляющий эффект, уменьшение периартикулярной отечности и увеличение объема движений в суставах. В процессе лечения эти сдвиги у многих больных становились устойчивыми.

Через 3–4 месяца от начала лечения асептического некроза головки бедренной кости (2 курса) рентгенологические исследования показали замещение некротизированных участков вновь образованной костной тканью. Не обнаружено отрицательного воздействия микроволновой рефлексотерапии на больного. Процедуры не вызывают нарушений в общем состоянии пациента.

АНТИСТРЕССОРНЫЙ ЭФФЕКТ ЭМИ ММ ДИАПАЗОНА ПРИ ОЖОГОВОЙ БОЛЕЗНИ

Г.Е.Соколович, Н.П.Диденко, А.В.Бычков, М.Е.Гуревич, З.И.Ржевская, В.А.Ча, В.М.Перельмутер

Нередко глубина и длительность стресса, вызванного ожогом, превышает адаптивный уровень, превращаясь в самостоятельный патогенетический компонент болезни. В таких случаях целесообразна коррекция стресса. Основанием для проведения настоящего исследования послужил обнаруженный нами на животных активирующий эффект ЭМИ.

Облучению ЭМИ, источником которого являлся генератор "Явь-I-7,I", подвергалась кожа нижнего края грудины. Под наблюдением было 52 больных, разделенных на группы в зависимости от тяжести ожога, оцениваемого по индексу Франка. Выраженность стресса характеризовали содержанием лимфоцитов в крови.

Оценка адаптивного состояния у ожоговых больных показала, что степень выраженности стресса прямо зависит от тяжести поражения. Облучение больных приводило к увеличению процента лимфоцитов в периферической крови в сравнении с соответствующими контрольными группами. Антистрессорный эффект не зависел как от площади и глубины ожогов в пределах от нескольких до 58 единиц Франка, так и от выраженности ожогового стресса.

Таким образом, ЭМИ мм диапазона может быть использовано как антистрессорное средство при ожоговой болезни.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА И АУРИКУЛОАКУПУНКТУРЫ НА КЛИНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И СИСТЕМНУЮ ГЕМОДИНАМИКУ БОЛЬНЫХ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ

В.В.Коваленко, П.Я.Гапонюк, В.Г.Иотова, Б.П.Старожилова

Под наблюдением находилось 34 больных гипертонической болезнью I-II ст. Возраст больных колебался от 27 до 62 лет, длительность заболевания от I,5 до I8 лет.

Воздействие электромагнитным излучением ММ диапазона проводили на аппарате "Явь-5,6", при частоте 53,534 ГГц в режиме частотной модуляции (50 Гц) в полосе ± 50 МГц, при выходной мощности I0 мВт/см^2. Воздействие проводили по задней срединной линии на уровне остистых отростков C_2-C_3 в положении больного лежа на животе. Аурикулоакупунктуру проводили в зависимости от принадлежности больного к гипер-, эу- или гипокинетическому типу кровообращения. (П.Я.Гапонюк и соавт., I987). Продолжительность сочетанного воздействия 20-25 мин, ежедневно, 5 раз в неделю, в количестве I0-I2 на курс.

В результате лечения выраженность патологической симптоматики по данным многокритериального анализа уменьшилась в среднем на 42%. Систолическое и диастолическое артериальное давление уменьшилось соответственно со I6I±4,I до I35±3,4 мм рт.ст. ($P < 0,0I$) и со I00±I,9 до 87±I,6 мм рт.ст. ($P < 0,05$).

Исследование центральной гемодинамики проведено 34 больным с различными типами кровообращения. Под влиянием сочетанного лечения у больных с гиперкинетическим типом кровообращения гипотензивный эффект происходил за счет снижения минутного объема крови (МОК), в среднем на I0%, при этом незначительно возрастало общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС). У больных с эу- и гипокинетическим типами кровообращения гипотензивный эффект был обусловлен уменьшением ОПСС на 35% при небольшом увеличении МОК. Других существенных изменений показателей гемодинамики отмечено не было.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что сочетанные процедуры оказывают положительное действие на клиническое состояние и показатели гемодинамики больных гипертонической болезнью.

ВЛИЯНИЕ ММ ВОЛН НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У БОЛЬНЫХ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ

И.В.Данилова, В.Д.Петрова, О.В.Романова, Т.Б.Реброва

Было изучено влияние волн миллиметрового диапазона низкой интенсивности на гемодинамические и электрокардиографические показатели у 20 больных гипертонической болезнью II стадии. Обследование проведено с использованием методов электрокардиографии, эхокардиографии.

Облучение проводилось с помощью аппарата мм излучения "Явь" длиной волны 7,1 мм в режиме модуляции $\Delta f = \pm$ 100 МГц мощностью 10 мВт. Рупор волновода устанавливали во II межреберьи справа от грудины, экспозиция - 60 мин. Курс лечения 15 сеансов. Артериальное давление измерялось после 15 минут отдыха до начала сеанса, во время его и после окончания. Инструментальное обследование проводилось до начала лечения, через 5 сеансов и после курса терапии. С началом аппаратного лечения гипотензивные препараты отменялись 14 больным. У части больных (6 человек) со стойкой артериальной гипертензией лекарственная терапия не отменялась.

У всех больных отмечено достоверное снижение артериального давления. Средняя величина систолического АД до лечения составляла 167,65 $\pm$ 11,70 мм рт.ст., после лечения - 137,35 $\pm$ 9,05 мм рт.ст. ($P < 0,05$), диастолического - соответственно 95,59 $\pm$ 4,24 мм рт.ст. и 82,65 $\pm$ 3,80 мм рт.ст. ($P < 0,05$).

На ЭКГ наблюдалась нормализация ритма. У 8 пациентов отмечался низкоамплитудный и изоэлектрический зубец Т, после лечения амплитуда его увеличивалась на 1,5-2 мм. У 6 человек амплитуда исходно высокого зубца Т уменьшалась. Такая динамика ЭКГ свидетельствует, по-видимому, о нормализации обменных процессов в миокарде.

Эхокардиографическое исследование 11 больных в результате проведенного лечения показало увеличение фракции выброса на 24,4$\pm$ 5,2% на фоне увеличения конечно-диастолического и, в меньшей степени, конечно-систолического объемов (на 28,2 $\pm$ 10,1% и на 15,9 $\pm$ 7,1% соответственно). Величина показателя митрально-септальной сепарации имела тенденцию к нормализации.

Полученные результаты свидетельствуют о гипотензивном терапевтическом эффекте КВЧ терапии с тенденцией к нормализации у больных гипертонической болезнью гемодинамических и электрокардиографических показателей.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ММ ДИАПАЗОНЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА ПОСЛЕ РАДИКАЛЬНОЙ ОПЕРАЦИИ У БОЛЬНЫХ РАКОМ ТЕЛА МАТКИ

В.Н.Запорожан, С.А.Гешелин, О.В.Хаит, И.М.Локшина, Т.Б.Реброва, М.Б.Голант, Т.П.Тряпицина

Известно, что у больных раком тела матки наблюдается депрессия показателей клеточного иммунитета, которая усугубляется хирургической агрессией. Задачей нашего исследования явилась оценка возможностей электромагнитного излучения в ММ диапазоне как средства предупреждения послеоперационной иммунодепрессии у больных раком тела матки. Изучены показатели у 81 больной в возрасте от 41 года до 75 лет. Распространенность опухоли у всех больных соответствовала $II^а$ или $II^б$ стадиям. Всем больным выполнена экстирпация матки с придатками. 51 больная с 3 сут. после операции подверглась воздействию электромагнитного излучения, которое осуществлялось аппаратом "Явь-1" в ММ диапазоне, при плотности мощности менее 10 мВт/см^2, исключающей тепловой эффект. Выполнялось 5 сеансов облучения продолжительностью 1 ч каждый.

Полученные данные свидетельствуют, что КВЧ терапия приводит к достоверному уменьшению числа больных, у которых в послеоперационном периоде снижается численность лимфоцитов, $T_{ак}$, $T_{ауто}$,EAC-РОК, что свидетельствует об иммунопротекторном эффекте электромагнитного излучения. Знаменательно, что воздействие электромагнитного излучения в ММ диапазоне уменьшает число больных, у которых в послеоперационном периоде снижается содержание T_μ (хелперы), и почти не влияет на число больных, у которых падает содержание T_γ (супрессоры). Это увеличивает численность группы, в которой соотношение $T_\mu : T_\gamma$ не снижается, что позволяет сделать заключение об иммунорегуляторном влиянии КВЧ терапии.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭМИ КВЧ ДИАПАЗОНА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ГИНЕКОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ

А.А.Симакова, Г.М.Костюкова, М.В.Кунгурцева

Среди гинекологических заболеваний ведущее место (55-65%) занимают воспалительные процессы внутренних женских половых органов. Чаще всего эти заболевания хронические, плохо поддаются традиционным методам лечения и отличаются длительным и упорным течением.

Развитие процесса зависит от силы раздражителя и реактивности организма. Активное участие в защитной реакции играет эндокринная система. При этом часто нарушены функции коры надпочечников, яичников и ганадотропная функция гипофиза.

Для лечения таких больных мы применяли ЭМИ КВЧ диапазона. Воздействие проводилось по 30 мин ежедневно или 2 дня подряд с перерывом на третий. Курс лечения включал 10-15 сеансов в зависимости от давности и остроты процесса. Через 2-3 сеанса исчезали боли внизу живота и общее состояние нормализовывалось. При бимакуальном обследовании отмечалось уменьшение размера придатков, отсутствие дискомфортных ощущений. При метросальпингографии определялось улучшение проходимости труб.

Полученные результаты лечения 20 больных показали выраженное обезболивающее и противовоспалительное действие ЭМИ излучения, а также его влияние на функцию эндокринных желез и состояние нервной системы.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА И АКУПУНКТУРЫ

С.М.Сенюкова, П.Я.Гапонюк, Н.Н.Боярская

Под наблюдением находилось 30 больных инфекционно-аллергической формой бронхиальной астмы I стадии легкой и средней тяжести течения в фазе обострения.

Воздействие электромагнитным излучением миллиметрового диапазона проводили на аппарате "Явь-7,1" при частоте 42,194 ГГц в режиме частотной модуляции (50 Гц) в полосе ± 100 МГц, при выходной мощности 10 мВт/см^2. Воздействие проводили по задней срединной линии на уровне остистых отростков 2-3 шейных позвонков в положении больного "лежа на животе" и на область рукоятки грудины в положении больного""лежа на спине". При акупунктуре стимулировали точки центрального, сегментарного и общего действия (по классификации П.Я.Гапонюка и соавт., 1983). Продолжительность сочетанной процедуры 25-30 мин, ежедневно, 5 раз в неделю, чередуя положение больного "лежа на спине" и "лежа на животе" через день. Курс лечения 12-14 процедур.

После курса сочетанного лечения было зарегистрировано достоверное улучшение функции внешнего дыхания по данным спирографии и пневмотахометрии, при этом отмечалось увеличение ЖЕЛ в среднем на 14,6% (с 2,87±0,22 до 3,28±0,19 л при $P < 0,05$), увеличение ОФВ$_1$ в среднем на 12% (с 2,0±14 до 2,24±0,13 л при $P < 0,05$), а также увеличение других объемно-скоростных показателей.

У исследуемых больных после лечения в среднем на 22% повысилось исходно сниженное содержание Т-лимфоцитов в крови (с 33,2±1,97 до 40,5±2,65% при $P < 0,05$), кроме того, наблюдалась положительная динамика изменения содержания в крови серотонина и гистамина, с тенденцией к снижению исходно повышенных показателей.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлена положительная динамика показателей функции внешнего дыхания и иммунологических показателей.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КВЧ ДИАПАЗОНА В ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ОСТРЫХ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ВНЕПЕЧЕНОЧНЫХ ЖЕЛЧНЫХ ПРОТОКОВ

В.С.Земсков, Н.Н.Корпан, Ю.Н.Муськин,
Л.С.Назаренко, А.И.Ковальчук

Нами разработана и проведена клиническая апробация (в комплексе лечебных мероприятий при гнойных осложнениях острых воспалительных процессов внепеченочных желчевыводящих путей) способов лечения с использованием низкоинтенсивного электромагнитного излучения.

Электромагнитное излучение (ЭМИ) КВЧ диапазона применили при подготовке к операции больных с механической желтухой доброкачественной этиологии (37 больных), гнойным холангитом и холангиогепатитом (43 больных), острым деструктивным холециститом с местным перитонитом (I9 больных), подпеченочным абсцессом (9 больных), перихоледохеальным лимфаденитом (I2 больных). В предоперационный период с целью стимуляции факторов иммунологической реактивности организма воздействовали на биологически активные точки хэ-гу, цзу-сань-ли в течение 20 мин с подбором индивидуальной резонансной частоты в пределах 54-78 ГГц при плотности потока мощности I-I0 мВт/см^2. Перед операцией, а также с первых суток после операции у больных с указанной патологией применили от 3 до 5 сеансов низкоинтенсивного электромагнитного воздействия на биологически активные точки.

Наряду с нормализацией клеточного и гуморального иммунитета наблюдали уменьшение болевых ощущений в области послеоперационной раны, снижение воспалительного процесса, восстановление функций органа. Проведенные экспериментальные исследования позволили применить в хирургической клинике ЭМИ КВЧ диапазона у данной категории больных с целью коррекции медиаторов воспаления, в частности, лейкотриенов. Отмечен частотно-зависимый характер биосинтеза лейкотриенов.

Побочных реакций при применении ЭМИ КВЧ диапазона в клинике нами не наблюдалось.

ВЕГЕТОСОСУДИСТЫЕ РЕАКЦИИ У БОЛЬНЫХ ОБЛИТЕРИРУЮЩИМ ЭНДАРТЕРИИТОМ ПРИ ЛЕЧЕНИИ НИЗКОИНТЕНСИВНЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Н.Ф.Дрюк, А.М.Бахарев, А.А.Гуч

Роль вегетативной нервной системы в происхождении и развитии облитерирующих заболеваний артерий дистальных отделов нижних конечностей известна. Тяжесть ишемических расстройств обусловлена, в частности, дисбалансом нейрогуморальной регуляции и нарушением тонической реакции сосудистой стенки. В связи с этим поиск лечебных воздействий, нормализующих вегетативную регуляцию сосудистого тонуса, является патогенетически обоснованным. Одним из таких терапевтических подходов является воздействие на биологически активные точки (БАТ) низкоинтенсивным (до I0 мВт/см^2) электромагнитным излучением (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ).

В работе представлены результаты изучения влияния ЭМИ КВЧ на системные и регионарные вегетососудистые реакции у I2 больных облитерирующим эндартериитом нижних конечностей по данным электроэнцефалографии (ЭЭГ), вариационной пульсометрии (ВП), импедансной плетизмографии (ИПГ), пульсовой фотоэлектроплетизмографии (ФПГ) и чрезкожной полярографии кислорода (ЧПГ).

КВЧ воздействие на одну из принятых в рефлексотерапии зон БАТ проводилось с помощью аппарата "Электроника-КВЧ" ежедневно в течение I0 сеансов с экспозицией I0-30 мин в зависимости от тяжести ишемии.

Анализ полученных результатов показал, что ЭМИ КВЧ вызывает объективно регистрируемые сдвиги частотного спектра ЭЭГ и характера распределения кардиоинтервалов (системные реакции), тонуса сосудов среднего и мелкого калибров (регионарные реакции) и улучшение кислородного обеспечения тканей на уровне микроциркуляции. По клиническим признакам к 4-5 сеансам лечения болевой синдром по интенсивности уменьшался, общее состояние улучшалось.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ММ ДИАПАЗОНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ЛЕЙКОЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА (IN VITRO)

В.А.Старшинина, М.Б.Голант, Т.И.Булычева, Г.Ю.Митерев, И.А.Калинина, М.В.Пославский, Т.К.Шмелева, В.А.Кичаев

Исследовали влияние низкоинтенсивного ЭМИ (плотность падающей энергии I,2 мВт/см^2, длина волны 7,I и 5,6 мм) на различные виды функциональной активности лейкоцитов здоровых лиц и больных язвенной болезнью желудка, определяемые по латекс-фагоцитозу нейтрофилов и моноцитов, способности лейкоцитов восстанавливать нитросиний тетразолий, синтезу ДНК в лимфоцитах после стимуляции фитогемагглютинином, а также на ростовые свойства клеток В-лимфобластоидной линии.

Воздействие ЭМИ с длиной волны 7,I мм на культуру клеток сразу после их деконсервации способствовало повышению их ростовой активности как в первом, так и во втором пассажах культивирования на 50-80% по сравнению с контролем. Облучение клеток во втором пассаже культивирования вызвало меньший эффект, не приводящий к достоверному изменению их ростовых качеств. Воздействие ЭМИ с длиной волны 5,6 мм вызывало прирост клеточной массы по сравнению с контролем на 52% только в первом пассаже культивирования после деконсервации клеток.

При излучении фагоцитарной активности лейкоцитов больных язвенной болезнью желудка отмечено снижение способности моноцитов к фагоцитозу частиц латекса у всех обследуемых, а нейтрофилов только у части больных. Облучение этих клеток ин витро ЭМИ с длиной волны 7,I мм приводило к повышению их активности до нормальных значений.

Способность лейкоцитов больных язвенной болезнью желудка к восстановлению нитросинего тетразолия была почти у всех выше нормы. Облучение клеток ЭМИ с длиной волны 7,I мм приводило к еще большему увеличению их активности (на 49%), но не превышало значений активации, полученных с помощью других методов.

Определение индекса ФГА-стимуляции лимфоцитов здоровых лиц после облучения клеток различными длинами волн приводило в некоторых случаях к повышению, а в других - к понижению степени ФГА - стимуляции. Однако все полученные значения не выходили за пределы нормы.

Таким образом, воздействие ЭМИ определенных длин волн на лейкоциты in vitro способствовало восстановлению их сниженных функций, а в некоторых случаях вызывало повышение функциональной активности клеток крови, что является важным для сохранения гомеостаза в организме.

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ БОЛЬНЫХ ВАСКУЛИТАМИ КОЖИ

В.Г.Радионов, О.С.Гусак, Л.Н.Шуляк

Предыдущими нашими исследованиями было установлено, что гелий-неоновое лазерное излучение значительно снижает цитоксические свойства сыворотки крови больных аллергическими васкулитами кожи (АВК), чего не наблюдается при облучении ее гелий-кадмиевым и аргоновым лазерным излучением. В данной работе количественное определение отдельных плазменных компонентов, в частности комплементсвязывающих (посредством CI_q) иммунных комплексов (КСИК), фибронектина (ФН) и JgE, проводилось методом твердофазного иммуноферментного (ИФА) анализа. Уровень КСИК, ФН, JgE исследовали в цитратной плазме, хранившейся не более 2 месяцев при -20°С. Перед постановкой опыта пробы размораживали при 37°С. Изменение окраски смеси в лунках планшета регистрировали на микрофотометре "Multiskan" (Flow, США) при 492 нм. Количество КСИК, ФН и JgE в образцах рассчитывали по калибровочной кривой. Показатель КСИК в плазме крови больных АВК был в 3-4 раза, иммуноглобулина Е до IO и более раз выше, чем у группы здоровых лиц. Показатель содержания ФН находился на уровне контрольных цифр. Пробирки с плазмой крови больных АВК, после предварительного определения в них КСИК, ФН и JgE, были разделены на 2 партии. При воздействии в течение 20 мин in vitro на первую партию сывороток гелий-неоновым (0,63 мкм) лазером при плотности мощности излучения до IO мВт/см^2 и 20 мин на вторую партию ЭМИ миллиметрового диапазона с частотой в 59,5 ГГц и плотностью мощности излучения до 4 мВт/см^2 содержание КСИК

в первом и во втором случаях уменьшилось в 2 и более раза. Более значительное понижение (до 4-5 раз) содержания Ig E наблюдалось при воздействии ЭМИ. Уровень ФН незначительно повысился в обоих вариантах.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено:

I. В сыворотке крови больных АВК повышено содержание КСИК и ИгЕ в сравнении с показателями группы здоровых лиц.

2. Гелий-неоновое лазерное и электромагнитное излучения не являются интактными в отношении указанных компонентов плазмы крови больных АВК, очевидно, обладая определенными деструктивными особенностями в отношении КСИК и ИгЕ, в определенной степени снижают уровень их в плазме крови, приводя к изменению связей с компонентами комплемента, с субкомпонентами и др., что исключает сорбцию КСИК и ИгЕ в связи с потерей поливалентных связей, не образуя при этом "сэндвича" в постановке ИФА.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ С РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНОЙ ВОЛНЫ НА КРОВЬ БОЛЬНЫХ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ IN VITRO

М.В.Пославский, О.Ф.Зданович, В.А.Кичаев, М.Б.Голант, Я.З.Ляховецкий, С.Г.Варфоломеев

Изучено влияние электромагнитных излучений миллиметрового диапазона с различной длиной волны (условные обозначения I; 2; 3; 4; 5) на некоторые показатели, определяемые в облученной in vitro крови больных.

Кровь каждого больного облучали в специальных кюветах из фторопласта с одинаковой плотностью потока мощности (2 мВт/см^2) и экспозицией (60 минут). Одна кювета с кровью служила контролем, пять других одновременно облучали каждую заданной длиной волны.

В контроле и в облученных образцах крови исследовали более 60 различных параметров. Изучаемые параметры в контроле, как правило, достоверно отличались от нормы. Установлено, что некоторые показатели, такие как триглицериды; холестерин и его фракции; альфа-токоферол; некоторые продукты перекисного окисления липидов в процессе облучения крови in vitro миллиметровыми волнами (на пяти выбранных частотах) достоверно не изменялись.

Такие показатели как свободный гемоглобин; фибриноген; механическая резистенстность эритроцитов; церулоплазмин; трансферин; активность хроматина лимфоцитов и другие, значительно (более 30%) отличались от контроля.

Анализ полученных данных показал, что характер изменений изучаемых показателей у каждого больного индивидуален и зависит от длины волны. Изучается возможность применения полученных результатов для определения индивидуальной чувствительности больных к определенной длине волны и выбора оптимальных режимов КВЧ терапии.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕПАРАТОВ КРОВИ В КВЧ ДИАПАЗОНЕ РЕЗОНАНСНЫМ МЕТОДОМ

Е.В.Беляков, О.Ф.Зданович, В.А.Кичаев, М.В.Пославский, В.А.Старшинина

С помощью высокочувствительной резонансной установки проведены сравнительные измерения диэлектрических параметров препаратов крови в области частот 30-35 ГГц для различных групп больных и доноров. Показано, что различия в КВЧ поглощении различных образцов крови достигают 3-4%, а образцов плазмы крови I-2%, причем эти показатели имеют корреляцию с патологией.

Предложены оперативные методики контроля с помощью КВЧ установки количества форменных элементов крови, общей концентрации белков и органических веществ в плазме крови, содержания "свободной" воды в биожидкостях.

Проведены исследования изменений диэлектрических параметров плазмы крови больных язвенной болезнью и здоровых доноров в процессе КВЧ облучения крови *in vitro* на различных длинах волн от 5,6 до 7,I мм.

Обсуждаются возможности применения КВЧ метода для анализа крови и биожидкостей в целях диагностики и выбора оптимальных режимов КВЧ терапии.

ВЛИЯНИЕ КВЧ НА ЭРИТРОЦИТЫ БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

В.Ф.Лукьянов, Т.Б.Реброва, Н.С.Робустова

По имеющимся данным КВЧ оказывает влияние на мембраны клеток, однако механизмы такого воздействия изучены недостаточно. В частности, представляет интерес действие КВЧ на эритроциты больных ишемической болезнью сердца.

Для этой цели оценивалась электрофоретическая подвижность (ЭФП) эритроцитов, оказывающая влияние на микроциркуляцию и реологию крови. ЭФП рассчитывалась по расстоянию, проходимому эритроцитами в постоянном электрическом поле за равные промежутки времени при перемене направления тока.

Определялся окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) эритроцитов. Оценивалась активность пентозного шунта по изменению ОВП при добавлении к взвеси эритроцитов аскорбиновой кислоты.

Эритроциты предварительно отмывались от плазмы и разводились фосфатным буфером в соотношении I:I. ЭФП и ОВП эритроцитов определялись до и после 30-минутного КВЧ облучения мощностью IO мВт/см^2 длиной волны 5,6 мм.

Всего обследовано 75 больных, из них у 50 диагностирована стенокардия, у I2 острый инфаркт миокарда, у I3 больных была гипертоническая болезнь.

У больных со стенокардией и гипертонической болезнью после КВЧ облучения выявлена тенденция к увеличению активности пентозного шунта. У больных с острым инфарктом миокарда в 80% случаях произошло снижение активности пентозного шунта.

ЭФП у 73% больных с острым инфарктом миокарда после облучения снизилась. При стенокардии также отмечалось снижение ЭФП, однако выраженное в меньшей степени, чем при инфаркте миокарда.

Из полученных данных видно, что у больных с инфарктом миокарда после КВЧ воздействия уменьшается активность пентозного шунта и ЭФП. При стенокардии активность пентозного шунта возрастает при некотором снижении ЭФП. Следует отметить большую индивидуальную вариабельность ЭФП и ОВП при стенокардии. В ряде случаев у данных больных после КВЧ облучения происходило изменение формы эритроцитов: они приобретали ровную поверхность и сферическую двояковогнутую форму.

Таким образом, можно считать, что КВЧ облучение активно воздействует на эритроцит, меняя его заряд, метаболизм, форму.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ И ЭНЕРГЕТИКИ У БОЛЬНЫХ ИБС ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ КВЧ

В.И.Рубин, Г.Б.Вайнер, Ю.К.Губанова, С.Г.Денисова, В.Б.Линтварева, Г.Я.Мельникова, О.И.Полиевктова

В работе исследовалось влияние КВЧ на клеточный метаболизм у больных ишемической болезнью сердца (ИБС), осложненной инфарктом миокарда, путем оценки структурно-функционального состояния эритроцитарных мембран и процессов энергетического обеспечения клетки.

Нами использованы наиболее информативные тесты: определение основных компонентов мембран - общих липидов и фосфолипидного спектра, изменяющихся при воздействии на клетку и отражающих структуру липидного бислоя; определение показателей возможной деструкции мембран - концентрация малонового диальдегида, активности фосфолипазы, а также антоксидантных систем, важнейшей из которых является супероксиддисмутаза (СОД); определение показателей энергетического обмена-активности лактатегидрогеназы (ЛДГ), малатедегидрогеназы (МДГ), глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФДГ).

В целях более полного и глубокого анализа сдвигов в организме оценка тестов структурно-функционального состояния мембран производилась в клетке и в крови. Показатели энергетического обмена определялись в сыворотке крови. Исследования произведены у 40 больных в динамике до и после лечения общепринятыми методами в комплексе с воздействием КВЧ.

До воздействия КВЧ получены следующие результаты: увеличение концентраций общих липидов мембран, изменение фосфолипидного спектра, выражающееся в нарастании "агрессивных" фракций (лизолецитина и фосфатидной кислоты), характеризующих деструкцию липидного бислоя, нарастание уровня малонового диальдегида. Имела место тенденция к подъему активности фосфолипазы и к снижению активности СОД, характеризующее увеличение свободнорадикального окисления в мембранах; снижение активности МДГ, Г-6-ФДГ на фоне повышения активности ЛДГ, указывающее на преобладание анаэробных процессов в сердечной мышце.

После воздействия КВЧ наблюдалась нормализация большинства изучаемых показателей, свидетельствующая о положительном влиянии КВЧ на энергетику и мембранные структуры клетки.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА СПОСОБНОСТЬ ПЛАЗМЫ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА СТИМУЛИРОВАТЬ РАЗМНОЖЕНИЕ ФИБРОБЛАСТОВ В КУЛЬТУРЕ

Е.И.Косенков, В.А.Кичаев, М.И.Фрейдин, О.Ф.Зданович, М.В.Пославский, В.А.Полуновский

Был проведен анализ способности плазмы крови здоровых людей (36 человек) и лиц с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки (23 человека) стимулировать синтез ДНК в культуре эмбриональных фибропластов человека. Всех обследованных лиц разделили на 3 группы: с низкой (группа I), средней (группа П) и высокой (группа Ш) стимулирующей активностью (СА) плазмы. Среди здоровых людей к группам I, П и Ш принадлежало соответственно 36, 45 и I9% обследованных лиц, а среди больных 48, 30 и 22%. Кровь больных в течение 60 минут подвергали действию ЭМИ в диапазоне от 5,6 до 7,I мм с использованием фиксированных частот. Обнаружено, что облучение крови больных, относящихся ко П и Ш группам, практически не влияло на СА, в то время как у лиц с пониженной СА плазмы (группа I) наблюдалось повышение СА в среднем на 26%, а для некоторых частот уровень СА повышался на 39%. При облучении самих фибропластов, как нормальных, так и подвергнутых температурному шоку (45 °С в течение 30 минут), не обнаружено изменений в интенсивности синтеза ДНК, РНК и белка. Сделано предположение, что ЭМИ может вызывать в крови изменения, компенсирующие патологическое снижение способности плазмы крови стимулировать клеточное размножение.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО КВЧ ШУМА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

Н.Д.Колбун

Проведены исследования электромагнитных взаимодействий оператора и биообъектов в ММ диапазоне длин волн и изучены пороговые уровни чувствительности биообъектов к ММ излучению (1981-1985 гг.). В результате экспериментальных исследований создан портативный генератор КВЧ шума типа "Порог", модулирующий действие рук оператора, со спектральной плотностью мощности $10^{-18} \div 10^{-17}$ Вт/Гц в широком спектре частот (1986 г.).

Исследования воздействия КВЧ шума проводились на бактериях, животных, человеке.

Изучалось влияние КВЧ шума на адгезивную активность штаммов кишечной палочки и протея, выделенных от урологических больных. Определялся индекс адгезивности микроорганизма - параметр, характеризующий степень патогенности микроорганизма. Действие КВЧ шума дало снижение индекса адгезивности на 40-50% для всех проб бактерий, независимо от их видовой принадлежности. Воздействие КВЧ шума на БАТ исследовалось на собаках с вживленными электродами в стенку тонкой кишки, позволяющими регистрировать электрическую активность - медленные волны и потенциалы действия. Установлено во всех опытах, что КВЧ шум влияет на моторику кишки собак. Выявлено стимулирование и торможение моторики в зависимости от выбора БАТ, времени воздействия и фазы периодики моторной деятельности животного.

Исследовано воздействие КВЧ шума на здоровых испытуемых (спортсменах) после дозированной физической нагрузки по реакциям частоты и ритмичности пульса и изменению подвижности нервных процессов. Эксперименты подтвердили релаксирующее влияние воздействия в период восстановления после нагрузки, причем релаксация наступает в 2-3 раза быстрее, чем без такого воздействия.

Медицинские испытания генераторов шума типа "Порог" подтвердили перспективность их широкого использования в медицинской практике при лечении целого ряда заболеваний.

Таким образом, впервые выявлена биологическая значимость крайне низких уровней КВЧ шума и высокая чувствительность к нему биообъектов различных уровней организации.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОТБОРУ ФОРМ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ ДЛЯ КВЧ ТЕРАПИИ

И.В.Родштат

Рефлекторные механизмы лечебного воздействия миллиметровых радиоволн, по-видимому, включают увеличение активности МИФ-нейронов, проявляющейся выбросом в сосудистое русло вегетативных ганглиев адреналина и норадреналина. Норадреналин, циркулирующий в крови облученных миллиметровыми радиоволнами низкой интенсивности, оказывает вазоконстрикторное влияние на артериолы головного мозга, приводя в действие столовой механизм (система голубого пятна) прямого соотношения кровотока с метаболизмом. Это обстоятельство, а также факт повышения активности адреналина в гипоталамусе, а норадреналина в коре больших полушарий, позволяет сделать выбор из форм церебральной дисфункции в пользу диабетического ацидоза, синдрома Шихена и нервной анорексии.

В основе церебральной дисфункции при диабетическом ацидозе лежит увеличение мозгового кровотока за счет уменьшения сосудистого сопротивления. Применение миллиметровых радиоволн должно редуцировать избыточный кровоток за счет усиления норадренергических влияний на артериолы мозга. Сущность синдрома Шихена сводится к гипофизарной гипадрении, обусловленной частичным некрозом гипофиза, возникающим при кровотечении в родах. В свою очередь, адреналин гипоталамической области является лимитирующим моментом для выделения кортикотропин-рилизинг-фактора, определяющего секрецию АКТГ. Увеличение активности адреналина в гипоталамусе под влиянием миллиметровых радиоволн, по-видимому, будет дополнительным стимулом для увеличения секреции кортикотропин-рилизинг-фактора и, соответственно, АКТГ гипофизом. Среди ключевых факторов нервной анорексии рассматриваются уменьшение симпато-адреналовой активности крови и уровня норадреналина в ликворе. Повышение активности адреналина и норадреналина в крови, а также норадреналина в коре больших полушарий под влиянием миллиметровых радиоволн может стать у больных нервной анорексией лечебным фактором.

КЛИНИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА ПРИ ЛЕЧЕБНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ МИЛЛИМЕТРОВЫХ РАДИОВОЛН

И.В.Родштат

Настоящий этап в разработке проблемы использования миллиметровых радиоволн для лечения ряда болезней характеризуется не в последнюю очередь следующим обстоятельством: "Практическое применение миллиметрового излучения начинает опережать наше понимание механизмов взаимодействия излучения с биологическими системами..." Эти слова высказаны совсем недавно академиком Н.Д.Девятковым, куратором данной проблемы в стране (1987). На наш взгляд, одной из причин сложившегося положения может быть некоторое пренебрежение методической стороной организации лечебного воздействия, что приводит к недостаточной выбраковке сопутствующих эффектов, механизм которых, по-видимому, далеко не всегда укладывается в рамки физических и биофизических закономерностей. В разряд таких сопутствующих эффектов следует отнести феномены, обусловленные игнорированием двойного слепого метода, а также, что не одно и то же, стандартной плацебо-реакции (плацебо в настоящее время рассматривается как универсальное лечебное средство). Известно, что двойной слепой метод позволяет нивелировать влияние личности экспериментатора на лечебный эффект воздействия, а стандартная плацебо-реакция отражает, в первую очередь, априорно сложившийся у больного психологический образ воздействия, т.е. является клинической формой косвенного внушения самого лечебного средства. Существует и третий, стрессорный, компонент, связанный с обстановкой лечебного воздействия. Все три указанных компонента важно уметь выделить в конкретной лечебной практике, что не всегда просто, хотя бы потому, что теории стресса, плацебо-реакции и личностной организации довольно далеки от своего адекватного завершения. В работе обсуждаются клинико-психологические условия лечебного воздействия, подходы к инструментальному контролю ответных реакций организма, формы адекватного учета лечебного эффекта.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОФИЗИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЛОКАЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭМИ КВЧ ДИАПАЗОНА

Л.Г.Гассанов, В.И.Пясецкий, О.И.Писанко

В работе предпринята попытка обобщения результатов воздействия низкоинтенсивного (менее 10 мВт/см^2) электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ) [1] на организм человека при КВЧ терапии ряда патологических состояний по физиологическим и биофизическим критериям.

Приводятся некоторые закономерности динамики физиологических состояний организма на различных уровнях регуляции (субклеточном, клеточном, органном и организменном). Интерпретация авторами полученных материалов по проявлению биологических эффектов низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ свидетельствует о выраженности временного интервала их проявлений.

Выделены три группы изменений, обусловленных локальным действием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ диапазона на организм человека:

- ранние, проявляющиеся в течение первых трех-пяти минут от начала воздействия ЭМИ (ритмокардиограмма, электрогастрограмма, термограмма, электроэнцефалограмма);
- адаптивные, проявляющиеся в первые часы и сутки после КВЧ терапии и отражающие метаболическую перестройку организма;
- поздние, связанные с непосредственными результатами лечения (репаративные, системные и др.).

Полученные данные позволяют прогнозировать отдельные результаты и наметить перспективные направления дальнейших исследований.

Литература

1. ГОСТ 24375-80. Радиосвязь. Термины и определения.

ОСОБЕННОСТИ СОСУДИСТЫХ РЕАКЦИЙ У ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ ПРИ КВЧ ВОЗДЕЙСТВИИ

М.А.Ронкин, О.В.Бецкий, И.М.Максименко, И.А.Соколина, Е.В.Хомак, И.М.Цой, Ю.Г.Яременко

Методами реографии проведено исследование особенностей сосудистых реакций у здоровых людей на воздействие КВЧ излучения низкой интенсивности. Источником излучения служил предназначенный для КВЧ терапии аппарат "Явь" (f = 42,194 ГГц, $P \simeq$ 20 мВт, длительность сеанса облучения 10-15 мин). Облучению подвергались следующие БАТ: хе-гу, фен-чи, чзу-сань-ли, а также область плечевой артерии. Запись реограмм производилась с помощью 6-канального реографа, раздельно в бассейнах внутренней сонной артерии, позвоночной артерии, сосудов предплечий и кистей (с двух сторон). Одновременно записывались производные реограмм. Всего обследовано 30 здоровых людей в возрасте от 18 до 40 лет, проанализировано 620 отрезков реографических кривых.

Предварительный анализ реограмм позволяет сделать следующие выводы. 1. КВЧ излучение обладает выраженным воздействием на сосудистую систему здоровых людей. При воздействии КВЧ излучением на указанные выше зоны отмечаются сосудистые реакции со стороны сосудистой системы (церебральной и периферической) независимо от зоны облучения. 2. Характер, выраженность и направленность этих реакций находятся в зависимости от области облучения ММ волнами. 3. Цифровой анализ реограмм позволяет считать наиболее информативными следующие параметры: 1 Амплитуду реографической волны. 2) Коэффициент асимметрии между симметричными сосудистыми зонами. 3) Время восходящей части реографической волны. 4) Показатель периферического сосудистого сопротивления. 5) Показатель венозного кровообращения.

Обнаруженные эффекты позволяют предположить, что воздействие КВЧ излучением может быть использовано в лечебных целях.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ПРОГРАММЫ РАБОТ ВРЕМЕННОГО НАУЧНОГО КОЛЛЕКТИВА КВЧ

А.Н.Веткин, И.Ф.Пинский, М.М.Михайловская

Основным носителем исходной медицинской информации ВНК КВЧ является информационная карта (ИК), которая представляет собой фрагмент традиционной истории болезни больного и содержит минимальный набор характеристик больного и динамики его состояния в результате лечения, достаточный для оценки результатов клинических испытаний и апробации методов лечения с помощью низкоинтенсивного излучения крайне высокой частоты (КВЧ терапии). ИК заполняется при каждом поступлении больного на обследование и лечение и состоит из трех разделов: анкетно-паспортная часть, медико-клиническая часть, КВЧ терапия. Первый и последний разделы унифицированы для любой нозологии, второй раздел (анамнез и динамика состояния больного) индивидуален в соответствии с нозологией. В ИК предусмотрена возможность выделения до 5 этапов одного курса КВЧ терапии, если в этом имеется естественная необходимость, например, при переходе на другую методику или при краткосрочном прерывании курса.

Содержащаяся в ИК информация, благодаря использованию специально разработанных кодификаторов-словарей, полностью формализована, что позволило использовать стандартный бланк данных персонального компьютера. Предусмотрено два варианта ввода данных: оператором по представленным врачами ИК и непосредственно врачом по истории болезни в интерактивном режиме (диалог в режиме "меню" по кодификаторам-словарям).

Система управления базой данных обеспечивает формирование групп больных по задаваемым пользователем признакам и их статистическую обработку. Выходная информация представляется в текстовом, цифровом и графическом видах. Оценка результатов лечения производится путем анализа траекторий в пространстве состояний, который сводится к задаче классификации по предлагаемым пользователем решающим правилам, что позволяет проверять различные гипотезы об эффективности КВЧ терапии.

II. ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ММ ВОЛН В ЭКСПЕРИМЕНТЕ



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСНОГО КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ С БОЛЬШОЙ ПИКОВОЙ МОЩНОСТЬЮ НА ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Н.Д.Девятков, С.Д.Плетнев, З.С.Чернов, В.В.Файкин,
Г.А.Бернашевский

Исходя из общей концепции возможности воздействия излучения КВЧ нетеплового уровня на биоструктуры и биообъекты, в ИРЭ АН СССР был предложен новый метод исследования нетепловых эффектов взаимодействия электромагнитного излучения с веществом (в том числе с биологическими структурами). Этот метод основан на использовании КВЧ излучения в виде коротких импульсов наносекундной длительности, пиковая мощность которых может достигать десятков и сотен мегаватт. При этом общего нагрева объекта практически не происходит (в проводившихся исследованиях повышение температуры облучаемого объекта за время импульса составляет порядка сотых, десятых долей градуса).

Характерной особенностью такого импульсного воздействия является высокая (10^4– 10^5 В/см) напряженность внешнего электрического поля, сравнимая с естественной напряженностью электрического поля на биологических мембранах и отдельных молекулярных структурах.

В проведенных ранее в ИРЭ АН СССР экспериментах удалось наблюдать обратимую активацию ионного транспорта и транспорта воды через плазматические мембраны изолированной кожи лягушки, а также "залечивание" мембраны эритроцитов, предварительно поврежденных электрическим пробоем.

Это послужило стимулом для постановки исследования воздействия КВЧ излучения наносекундной длительности на развитие злокачественных образований и реакцию подопытных животных с привитыми опухолями на такое воздействие. Работы проводились в Московском научно-исследовательском онкологическом институте им. П.А.Герцена.

На первом этапе исследований идеология заключалась в том, чтобы выявить возможность торможения развития злокачественной опухоли. Мы полагали, что под действием импульсного КВЧ излучения удастся перестроить плазматические мембраны опухолевых клеток таким образом, чтобы перевести их в условия нормальной дифференцировки, обеспечить контактное торможение, нормальное действие высо-

копроницаемых контактов со здоровыми клетками и в какой-то мере сдвинуть физический и химический гомеостазы злокачественных клеток к норме.

В экспериментах использовались релятивистские генераторы КВЧ, работавшие на трех длинах волн: λ = 8 мм с напряженностью электрической составляющей электромагнитного излучения Е у тела подопытного животного ~20 кВ/см; λ = I5 мм с Е ~ 30 кВ/см; λ = 30 мм с Е ~ 80 кВ/см.

Опыты производились на крысах Вистар, перевиваемых штаммом саркомы Уокера.

Методика состояла в том, что подопытному животному в правое бедро вводилась соответствующая доза штамма (количество злокачественных клеток ~ 50 тысяч). Такая же доза вводилась контрольному животному. Облучение проводилось утром в первый день (сразу же после введения суспензии опухолевых клеток) и утром на второй и третий день. Доза облучения каждый день составляла 43 импульса с промежутками между импульсами в 40 с.

В результате многочисленных экспериментов было обнаружено замедление роста опухоли у облученных животных примерно в I,5 раза по сравнению с контрольными. В дальнейшем (на I5-30 день) после прививки штамма и облученные и контрольные животные пали. Однако следует обратить внимание на то, что средний срок жизни у облученных животных был примерно на 30% больше, чем у контрольных.

При анализе полученных результатов возник вопрос: действует ли облучение на сами злокачественные клетки или действует на иммунную систему животного?

Дело заключается в том, что излучение на длинах волн λ = 8-I5 мм поглощается, главным образом, в коже и подкожных тканях. А кожа, как выяснилось в последнее время, оказалась неотъемлемым и активным компонентом иммунной системы.

Были проведены специальные эксперименты, в которых подопытных животных сначала облучали КВЧ, а потом вводили суспензии опухолевых клеток. Опыты показали, что на 5 день после прививки объем опухолей у облучаемых животных в 5-8 раз меньше, чем у контрольных.

Привлекают внимание результаты опытов на длине волны λ = 30 мм. В этом случае генерировалась большая мощность (Е ~ 80 кВ/см) и глубина проникновения в ткани электромагнитного излучения по

сравнению с λ = 8 мм увеличивалась почти на два порядка. В этих экспериментах подопытное животное получало значительно большую дозу облучения (9 дней по 43 импульса в день) до того, как производилось введение злокачественных клеток. Обнаружилось, что объем опухоли в сравнении с тем, который образовывался на 5 день после прививки в опытах на λ = 8-I5 мм, образовывался на I4-I6 день. И что самое удивительное, в течение 7-II дней опухоль "стабилизировалась", увеличения объема не наблюдалось.

В дальнейшем мы планируем использовать гистологические методы для анализа облученных и необлученных опухолей, а также другие методы исследования ответных реакций организма и иммунной системы облученных животных.

ВЛИЯНИЕ ЭМИ КВЧ НА СОКРАТИТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ МИОКАРДА

А.Л.Курчиков

Предполагая, что первичная рецепция ЭМИ КВЧ низкой интенсивности может быть связана с неоднородным поглощением излучения возбудимости тканями, функциональная активность которых зависит от степени синхронизации активности большого количества клеток, исследовали влияние облучения на сократительную активность различных препаратов миокарда.

ЭМИ КВЧ существенно модифицировало вызванную и спонтанную активность полоски миокарда лягушки, ушка предсердия и папиллярной мышцы желудочка сердца крысы. Варьируя условия измерений, удалось показать, что угнетение сокращений при облучении объясняется не только нагревом препарата (миокард лягушки и папиллярная мышца сердца крысы). В определенных условиях на полоске миокарда лягушки (Pozela et al., 1987) и папиллярной мышце сердца крысы наблюдался стимулирующий эффект ЭМИ КВЧ, который не удается объяснить нагревом препарата.

Стимулирующее влияние ЭМИ КВЧ на вызванные сокращения папиллярной мышцы усиливается при увеличении частоты стимуляции, варьирующей от 0,1 до 2 Гц, и натяжения препарата, приводя к сглаживанию ритмоинотропной зависимости в условиях, когда ее крутизна наибольшая - на пике колоколообразной зависимости силы сокращений от длины мышцы.

Полученные данные указывают на то, что ЭМИ КВЧ существенно повышает внутриклеточную концентрацию ионов кальция. Кинетика увеличения сократимости при действии ЭМИ КВЧ свидетельствует о влиянии облучения на натрий-кальциевый насос или кальциевые каналы наружной мембраны миоцита, но не на обмен кальция между цитоплазмой и внутриклеточным депо.

ИЗМЕНЕНИЯ В КОЖЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭМИ ММ ДИАПАЗОНА

В.М.Перельмутер, М.И.Гуревич, В.В.Шаловай,
Н.П.Диденко, З.И.Ржевская

При исследовании влияния мм излучения на уровне целого организма кожу рассматривают как наиболее вероятную территорию, в которой осуществляется рецепция и начальные этапы афферентной медиации излучения.

Целью настоящей работы явилось изучение морфофункциональных изменений облученного и контрлатерального участков кожи в течение первого часа после облучения. Условия эксперимента описаны ранее (Диденко Н.П. и соавт., 1986).

При облучении левого бедра зарегистрирован общий эффект, выразившийся в усилении кровенаполнения сосудов микроциркуляторного русла в коже правого и левого бедра и уменьшении числа тучных клеток только в необлученной коже. Местный эффект заключался в увеличении количества тучных клеток и лимфоцитов в зоне воздействия. При облучении правого бедра выявлен местный эффект уменьшения кровенаполнения сосудов.

Представляет интерес корреляционная связь между толщиной эпидермиса и плотностью расположения волосяных фолликулов с одной стороны, и показателями адаптивного состояния животных контрольных групп - с другой. Зависимость сохранялась после воздействия ЭМИ. Наличие такой связи может свидетельствовать о существовании физиологического механизма постоянной рецепции внешних электромагнитных полей, существенно влияющих на адаптивный статус организма.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КВЧ ДИАПАЗОНА В ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНЫХ РАН

В.С.Земсков, Н.Н.Корпан, А.И.Ковальчук, Ю.Н.Муськин, Л.С.Назаренко

Целью настоящей работы явилось изучение в экспериментальных условиях влияния электромагнитного излучения (ЭМИ) низкой интенсивности КВЧ диапазона на процессы заживления чистых и инфицированных ран.

Эксперимент проведен на 48 кроликах породы шиншилла в возрасте 6-8 месяцев, массой от 2500 до 2850 г. Животные были разделены на четыре группы. Изучали влияние низкоинтенсивного миллиметрового излучения на процессы регенерации в асептической и инфицированной ранах - соответственно I и 3 группы по I2 животных. Во 2-й и 4-й группах (также по I2 животных) изучали процессы заживления асептической и инфицированной ран без воздействия ЭМИ КВЧ диапазона. Рану облучали в течение 30 мин с фиксированной частотой 37 и 46 ГГц при плотности потока мощности I мВт/см^2 в режиме непрерывного излучения. Сеансы облучения проводили дважды в сутки. Курс лечения 5 сут. На 3, 7, I4 и 2I-е сутки после операции оценивали внешний вид и сроки заживления ран, результаты планиметрии, цитологического, бактериологического и гистохимического исследований, показатели факторов неспецифической и специфической резистентности. Результаты исследований во 2-й и 4-й группах использовали в качестве контрольных при оценке таких же показателей соответственно в I-й и 3-й группах животных.

К 7-м суткам у животных I-й группы раны были сухими, выполнялись грануляционной тканью. Суточное уменьшение площади раны составляло в среднем 7,I%. Рана заживала на 2,9±0,3 сут. раньше, чем во 2-й группе. Полное очищение и выполнение грануляционной тканью ран у животных 3-й группы наблюдали к I4-I6 суткам. Суточное уменьшение площади раны составляло I,4%. Полное очищение ран в контрольной группе наступало к 2I-23 суткам. Отмечали также стимулирующее действие на факторы иммунитета.

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РЕПАРАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В РАНЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ОБЛУЧЕНИЯ

В.А.Зубков, А.И.Поляков, И.Л.Кузнецов, Л.З.Балакирева, Ю.М.Петренко

Заживление ран представляет собой общебиологическую, медицинскую социальную проблему, многие вопросы которой продолжают оставаться открытыми до настоящего времени, привлекая к себе интерес многих исследователей. В последние годы в медицинскую практику для лечения ран начало внедряться электромагнитное излучение миллиметрового диапазона. В этой связи большое практическое значение имеет определение спектра рабочих частот, на которых выявляются нетепловые эффекты миллиметрового излучения, а также выбор наиболее оптимальных способа, мощности, экспозиции облучения и других рабочих параметров. Все это позволит сформулировать требования и показания для эффективного применения миллиметрового излучения в клинике.

В настоящей работе обобщается опыт использования различных вариантов доз, способов, частоты и мощности облучения с целью выявления оптимальных условий для ускорения процесса заживления ран и приживления перемещенных кожных лоскутов.

Исследования проведены на 2I4 линейных мышах СВА, C_{57}BI, F_I. Сравнивались две группы опытных животных. 85 опытных животных первой группы в послеоперационном периоде облучались электромагнитным миллиметровым излучением с длиной волны 5,6 мм при мощности I0 мВт. I29 животных второй группы облучались электромагнитным миллиметровым излучением с длиной волны 6,5 мм,с уровнем мощности от I0 до 40 мВт, с однократным и многократным числом облучения.

Сравнительная оценка полученных результатов исследования показала, что при облучении раневой поверхности в течение I часа у животных первой группы срок заживления ран сокращался на 2,9 суток; при облучении в течение 30 минут - на 2,5 суток, а при облучении в течение I5 минут разница в заживлении ран приближалась к срокам их заживления у контрольных животных. В первой группе опытных животных выгодно отличаются от контрольных сроки приживления перемещенных кожных лоскутов. Так, при облучении в течение I часа срок приживления кожных лоскутов сократился в среднем на 5,6 су-

ток, а при 30-минутном облучении - на 6,2 суток.

В работе обсуждается влияние мощности облучения на процесс заживления ран и перемещенных кожных лоскутов у животных второй группы при длине волны 6,5 при изменении времени и кратности облучения.

ДЕЙСТВИЕ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В СОЧЕТАНИИ С АНТИОКСИДАНТАМИ НА РАНЕВОЙ ПРОЦЕСС

Ю.М.Петренко, А.И.Поляков, И.Л.Кузнецов,
Б.А.Зубков, Л.З.Балакирева

До настоящего времени в хирургии не существует общепринятой эффективной методики лечения ран. Стремление ученых добиться успеха путем уничтожения микробов в ране с помощью бактерицидных средств и таким образом ускорить процесс их заживления не увенчалось успехом. Поэтому представляется актуальным поиск новых подходов к проблеме лечения ран.

Нами показано, что миллиметровое излучение низкой интенсивности улучшает процесс заживления ран и приживления перемещенных кожных лоскутов. Важно найти пути, обеспечивающие усиление такого эффекта.

Проведенное нами исследование на 84 линейных мышах СВА и F с экспериментальными ранами четко показало, что применение антиоксидантов β -нафтола и дибунола при аппликации их на раны оказывает заметно выраженное положительное влияние на течение раневого процесса. Отсюда естественное желание усилить эффект электромагнитного излучения миллиметрового диапазона с помощью антиоксидантов. В работе изучалась роль антиоксидантов как фактора, способного усилить стимулирующий эффект, полученный от применения миллиметрового излучения.

Установлено, что в случаях совместного применения электромагнитного излучения миллиметрового диапазона с последующей многократной обработкой ран антиоксидантами наблюдается тенденция к улучшению течения раневого процесса по сравнению с действием только одного излучения. Вместе с тем при совместном действии излучения и антиоксидантов результирующий стимулирующий эффект на раневой процесс выражен слабее, чем сумма эффектов от каждого фактора в отдельности.

В работе обсуждается биологический смысл и целесообразность комплексного лечения ран исследованными факторами.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ (ЭМП) НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА ГЕНЕРАТОРЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ В КОРЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Л.С.Годлевский, В.Н.Низов, В.Н.Запорожан, Т.Б.Реброва

Целью работы явилось изучение влияния электромагнитного поля низкой (нетепловой) интенсивности на активность генераторов возбуждения, создаваемых в различных участках коры головного мозга крыс и кошек аппликацией растворов стрихнина и пенициллина. В качестве источника ЭМП использовали аппарат типа "Явь", работающий в режиме частотной модуляции, а также фиксированной длины волны (7,I мм). Показано, что под влиянием ЭМП происходило снижение амплитуды и частоты разрядов, вызванных стрихнином (0,I-I,0%) как в зоне очага возбуждения, так и в других зонах коры головного мозга, в которых регистрировались наведенные потенциалы и которые не подвергались действию конвульсанта. Через I0-20 мин от начала воздействия отмечалось подавление активности очагов возбуждения, самостоятельно не восстанавливающихся после прекращения действия ЭМП в 6 из 9 наблюдений. При этом установлено, что для угнетения более мощных очагов возбуждения требуется большее время воздействия ЭМП. Воздействие ЭМП на генераторы возбуждения, создаваемые раствором натриевой соли бензилпенициллина (I-3%), не вызывало изменений амплитуды и частоты разрядов у 7 из II животных и еще в 4 случаях отмечалось снижение амплитуды и частоты разрядов в очаге. В условиях применения нембутала (25 мг/кг, опыты на крысах), а также диазепама (0,I-I,0 мг/кг) воздействие ЭМП приводило к более быстрому угнетению активности очагов, формируемых стрихнином, кроме того, у животных не наблюдалось спонтанного восстановления (в течение 5-I5 мин наблюдения) разрядов в очагах.

Полученные результаты обсуждаются с позиций активации под влиянием ЭМП низкой интенсивности механизмов ГАМКергического тормозного контроля в структурах мозга.

ВЛИЯНИЕ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА РЕПОПУЛЯЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СТВОЛОВЫХ КРОВЕТВОРНЫХ КЛЕТОК

Л.П.Игнашева, В.В.Галкин, И.А.Василенко, М.Б.Голант, Е.И.Соболева

В настоящее время методам реконструктивной терапии при различных расстройствах гемо- и иммунопоэза уделяется большое внимание. Среди таких методов ведущее место занимает трансплантация костного мозга, лечебная эффективность которого обеспечивается высоким содержанием мультипотентных гемопоэтических стволовых клеток, их способностью к пролиферации и дифференцировке.

В связи с этим поиск путей повышения репопулирующей активности миелотрансплантата является важной проблемой экспериментальной и клинической гематологии.

В настоящей работе представлены данные о влиянии миллиметрового диапазона длин волн на пролиферативную активность гемопоэтических клеток интактного костного мозга.

Материалом для исследований служил костный мозг мышей высокоинбредных линий. В качестве доноров и реципиентов использованы мыши-гибриды (CBA x C57BI6) F_1 в возрасте I0-I2 недель.

В результате экспериментов установлено, что при воздействии КВЧ излучения с длиной волны 7,I мм на клетки костного мозга в условиях "in vitro" изменяется способность стволовых кроветворных клеток к пролиферации при трансплантации летально облученному реципиенту. При этом повышение репопуляционной активности стволовых гемопоэтических клеток зависит от времени воздействия высокочастотных колебаний малой интенсивности на миелотрансплантат.

ДИНАМИКА СПАЙКОВОЙ АКТИВНОСТИ ЯДЕР ГИПОТАЛАМУСА КРЫС ПРИ ДЕЙСТВИИ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Р.Н.Храмов, О.В.Годухин, А.В.Ярков

В настоящее время большой интерес представляет метод микроволновой резонансной терапии, заключающийся в действии миллиметрового излучения (ММИ) на различные зоны акупунктуры (Андреев А.А., Белый М.У., Ситько С.П. и др., 1985). Однако вопрос о центральных механизмах, через которые ММИ может опосредовать свое лечебное действие, остается до сих пор открытым. В этой связи особо важным представляется изучение участия ядер гипоталамуса в механизмах действия ММИ, поскольку прежде всего эта структура осуществляет интеграцию вегетативных, соматических и эндокринных функций на организменном уровне. В своих исследованиях мы регистрировали активность одиночных нейронов от передних и задних ядер гипоталамуса крыс с помощью капиллярных микроэлектродов в условиях острого опыта. Воздействие производили в диапазоне частот 37-78 ГГц и падающей мощностью до 100 мВт/см^2 на различные точки акупунктуры.

После амплитудной дискриминации спайковая активность нейронов подвергалась анализу методами математической статистики. Алгоритм анализа включал построение гистограммы межспайковых интервалов и графиков текущей средней частоты функции автокорреляции.

Наблюдаются реципрокные изменения импульсной активности в нейронах переднего и заднего ядер гипоталамуса. Время релаксации активности более 4-5 мин. Полученные результаты позволяют сделать некоторые предположения о центральных механизмах лечебного действия ММИ.

ПОДАВЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ НЕРВА МИЛЛИМЕТРОВЫМИ ВОЛНАМИ

Г.Бурачас

Примерно 70% энергии миллиметровых волн ($\lambda \sim 4 \div 6$ мм) поглощается кожей до глубины 0,3 мм. Толщина эпидермиса составляет 0,07-0,12 мм на большей части поверхности тела. Непосредственно под эпидермисом, в дерме, проходят кожные нервы, а множество нервных окончаний и некоторые рецепторы располагаются в эпидермисе. Поэтому подкожные нервные волокна поглощают некоторое количество энергии миллиметровых волн при облучении поверхности кожи, и естественно ожидать модуляции содержания передаваемой этими нервами информации вследствие изменений в физиологии нерва.

В данной работе исследовалось изменение свойств изолированных волокон при длительном облучении ММ волнами. Модельной системой служил седалищный нерв лягушки. В дистальном конце нерва возбужденный ПД регистрировался в проксимальном конце. В промежутке небольшой сегмент нерва ($\sim$2 мм) подвергался облучению ($\sim$10 мВт/см^2). Были замечены следующие явления:

- при облучении ММ волнами амплитуда ПД нерва плавно уменьшается вплоть до его исчезновения;
- эффект торможения обратим: после прекращения облучения ПД восстанавливается;
- реакция нерва на КВЧ развивается по экспоненциальному закону;
- при длительном облучении нерва развивается высокореактивное состояние нерва;
- процесс сенсибилизации имеет плавный характер;
- эффект прямо пропорционален количеству поглощенной энергии;
- замечен третий, быстрый, процесс реакции нерва, развивающийся в течение 1-2 с;
- реакция нерва на КВЧ имеет сезонный характер.

Предложена качественная модель процессов, происходящих в облученном нерве, в которой обсуждается возможность подавления функции Na^+- K^+-насосов.

МОДИФИКАЦИЯ УСЛОВНО-РЕФЛЕКТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРЫС МИЛЛИМЕТРОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ

С.В.Хромова, Ю.А.Холодов

С целью изучения динамики основных нервных процессов при облучении организма миллиметровым излучением применяли часовое воздействие с длиной волны 7,I мм, ППМ 40 мВт/см^2, при радиусе рупорной антенны 3 мм на переделку условного рефлекса у 34 самцов белых крыс. Облучение крыс, находящихся в тубах, ограничивающих движения, проводили IO дней подряд: 9 крысам на область затылка, 9 крысам на область бедра. 9 крыс были подвергнуты процедуре ложного воздействия, 7 крысам предъявляли поведенческий тест без предварительной иммобилизации. Была применена пищедобывательная методика двойного выбора в У-образном лабиринте. Условный стимул - свет. Переделку условного рефлекса проводили еще 20 дней после прекращения периода облучения.

У крыс, прошедших облучение области затылка, период неврозоподобного состояния, вызванного сменой стимулов и выраженного в выборе в течение нескольких дней подряд только одного коридора, был короче в сравнении с крысами других групп (Р = 0,03). Крысы, перешедшие к переделке после облучения затылка, осуществляли ее более успешно, чем такие же крысы других групп (Р = 0,02). Крысы, подвергавшиеся облучению бедра, не отличались от крыс, прошедших ложное воздействие. Различия между группами становятся достоверными, начиная с периода I5-20 день переделки.

Таким образом, миллиметровое излучение при экспозиции на область затылка способно модифицировать поведение животных через несколько дней после прекращения облучения. Воздействие, скорее всего, изменяет подвижность основных нервных процессов в ЦНС и проявляется в популяции избирательно. Важное значение имеет локализация воздействия.

АСИММЕТРИЯ АДАПТАЦИОННОГО СИНДРОМА, РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭМИ ММ ДИАПАЗОНА

В.М.Перельмутер, М.Е.Гуревич, Н.П.Диденко, З.И.Ржевская, Ю.М.Падеров, В.В.Шаловай, В.А.Ча

Настоящая работа проведена с целью изучения обнаруженного нами ранее феномена зависимости характера адаптивной реакции на ЭМИ от стороны облучения. Режим облучения животных ЭМИ, характеристики экспериментальных групп описаны нами ранее (Н.П.Диденко и соавт., I986). Изучение показателей, характеризующих состояние лейкоцитарного звена периферической крови и тимуса, проводили в первые минуты через I и 24 часа после окончания воздействия.

Было обнаружено, что пребывание животных в камере для облучения правого бедра вызывает очень слабую, кратковременную лимфопению и уменьшение числа тимоцитов в правом тимусе. У мышей же, находившихся в камере для облучения левого бедра, лимфопения была выраженной в течение всех 24 часов, а уменьшение числа тимоцитов отмечено в левом тимусе.

При облучении справа выраженная лимфопения, обнаруженная через час, сменилась активационными изменениями через 24 часа, когда зарегистрировано и увеличение клеточности правого тимуса. При облучении слева выявлена только кратковременная лимфопения в первые минуты после воздействия.

Таким образом, активационный эффект облучения правого бедра подтвержден. Однако развивается он не сразу, а после кратковременной реакции стрессорного типа.

СРАВНЕНИЕ СПЕКТРА КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ ЭМИ ММ ДИАПАЗОНА В КОЖЕ ЛЕВОГО И ПРАВОГО БЕДРА МЫШЕЙ

В.И.Перфильев, В.В.Шаловай, В.М.Перельмутер, В.А.Ча, М.Е.Гурвич, В.В.Кулешов

Ранее нами обнаружена зависимость ряда биологических эффектов при воздействии ЭМИ ММ диапазона от стороны воздействия. Данный феномен интересен с точки зрения выяснения сущности рецепции ЭМИ.

Для изучения возможной роли функциональных различий кожи левого и правого бедра в формировании неодинаковой ответной реакции с помощью СВЧ рефлектометра измеряли коэффициент отражения СВЧ мощности в коже правого и левого бедра.

Измерения проведены на 20 мышах - самцах линии СВА под нембуталовым наркозом.

В работе сопоставлены спектры коэффициента отражения в коже с ее морфологическими параметрами. Делается попытка связать различия спектров отражения в коже разных животных со структурными показателями кожи.

РАННЯЯ АСИММЕТРИЧНАЯ РЕАКЦИЯ НАДПОЧЕЧНИКОВ НА ЭМИ ММ ДИАПАЗОНА

Н.П.Диденко, В.М.Перельмутер, Ю.М.Падеров, М.Е.Гуревич, З.И.Ржевская

При воздействии ЭМИ на уровне целого организма нами обнаружен ряд эффектов: изменение адаптивного статуса состояния лимфатических узлов, стимуляция эритропоэза. Предполагалось, что наиболее существенным звеном формирования ответной реакции изучаемых систем было изменение функциональной активности надпочечников. Однако прямое изучение надпочечников при воздействии ЭМИ не было проведено.

Состояние надпочечников оценивалось сразу после часового воздействия ЭМИ. Режим облучения описан ранее. Показателем активности органа служил объем ядер адреналоцитов клубочковой, пучковой, сетчатой и мозговой зон. Отдельно регистрировались изменения в правом и левом надпочечниках.

Направленность реакции левого и правого надпочечников зависела от стороны облучения. При воздействии справа обнаружено уменьшение активности адреналоцитов пучковой и сетчатой зон левого надпочечника. При облучении слева, наоборот, отмечено усиление функциональной активности в клубочковой и пучковой зонах правого надпочечника. Полученные данные согласуются с ранее обнаруженными результатами. Кроме того, впервые отмечен феномен функциональной асимметрии надпочечников.

НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПЕРМАТОГЕНЕЗА КРЫС ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МИКРОВОЛН

А.В.Люлько, В.Н.Ткаченко, А.М.Щербаков,
А.А.Люлько, Н.Е.Житник

Опыты проведены на белых крысах (самцах) линии Вистар, которые подвергались общему облучению микроволнами 8-мм диапазона (ППМ = 33-35,4 мкВт/см^2) постоянного режима. Исследовали подвижность (в минутах) и количество (млн. в I мл).

Через I неделю подвижность сперматозоидов увеличилась по сравнению с контролем: 30,57±4,28 и 45,66±I4,46, хотя разница статистически не достоверна. Спустя 2 месяца показатель у контрольных крыс практически не изменился (29,66±4,75), тогда как у опытных приблизился к норме (3I,66±3,7I, $p > 0,05$). Через 3 месяца подвижность сперматозоидов составила 30,84±I,85 и 27,0±3,4I ($p > 0,05$), а еще через 3 месяца восстановительного периода 28,II±I,90 и 24,0±0,54 ($p > 0,05$) соответственно.

Исследуя количество сперматозоидов, мы установили, что в указанные сроки у контрольных животных этот показатель составлял 69,85±I8,98; 76,0±2I,28; I2,46±3,79 и 45,66±6,6I, а у опытных – 30,66±I0,0; 70,83±I5,4I; 7,4I±2,57 и 65,2±II,I7 соответственно ($p > 0,05$).

Следовательно, воздействие микроволн 8-мм диапазона в течение I недели приводит к повышению подвижности сперматозоидов, а начиная с 2 месяцев, снижает ее. Количество сперматозоидов как в контроле, так и в опыте подвержено существенным колебаниям. Однако прослеживается определенная динамика изменений этого показателя у опытных животных по отношению к контролю: через I неделю, 2 и 3 месяца он ниже нормы, особенно через неделю, тогда как через 3 месяца облучения и 3 месяцев восстановительного периода превышает ее.

ИЗМЕНЕНИЯ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ СЕМЕННИКОВ КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ

А.В.Люлько, В.Н.Ткаченко, А.М.Щербаков,
А.А.Люлько, Н.Е.Житник

Проводили общее облучение крыс (самцов) линии Вистар микроволнами 8-мм диапазона (ППМ = 33-35,4 мкВт/см^2). Изучали активность сукцинатдегидрогеназы (СДГ). 57.5 ГГц

Установлено, что через I месяц активность фермента возрастает (I40,23% контроля) в клетках сперматогенного эпителия извитых канальцев семенника. Особенно выражено повышение активности СДГ в центральной части канальцев, где происходит процесс созревания и формирования сперматозоидов. Кроме того, увеличивается количество фермента и в клетках интерстициальной ткани в местах расположения гландулоцитов, продуцентов тестостерона.

Через 3 месяца после облучения количество фермента как в клетках сперматогенного эпителия, так и в клетках интерстициальной ткани содержится меньше, чем у контрольных животных (соответственно 74 и 75% относительно контроля).

Таким образом, СВЧ излучение указанных параметров в течение I месяца вызывает повышение активности СДГ в семенниках крыс. Более длительное облучение (в течение трех месяцев) оказывает угнетающее действие на активность фермента.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА РАЗВИТИЕ ЗАРОДЫШЕЙ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ

Л.М.Межевикина, В.П.Зинченко, О.М.Жерелова,
П.В.Машкин, А.А.Никонов

В качестве модельной системы для исследования механизма действия ЭМИ миллиметрового диапазона были использованы ранние зародыши мышей.

Экспериментально обнаружено стимулирующее действие ЭМИ миллиметрового диапазона на процесс компактизации, обязательно предшествующий дифференцировке зародышей в бластоцисту. Реакция зародыша зависела от стадии развития и от интенсивности облучения. Наибольшие изменения происходили на стадии 8-I6 бластомеров, являющихся критическими в развитии млекопитающих. Наблюдаемый эффект обнаруживался при плотности падающего потока энергии не менее I-2 мВт/см^2, при частоте 50 ГГц и времени облучения порядка I0-I5 мин.

Спектрофлуориметрическим методом с использованием кальциевых зондов выявлено изменение концентрации внутриклеточного кальция при действии на зародыши облучения. По всей видимости, ЭМИ миллиметрового диапазона влияет на внутриклеточные мембранные системы, через которые осуществляется регуляция молекулярных и морфологических событий раннего эмбриогенеза.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ММ ДИАПАЗОНА В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ГИПЕРПЛАСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ МАТКИ

В.Н.Запорожан, Т.Б.Реброва, О.В.Хаит, В.В.Беспоясная,
М.Ю.Дяченко, А.П.Гадюченко, Л.В.Лищук

Проведенные ранее экспериментальные исследования продемонстрировали стимулирующее влияние электромагнитного поля ММ диапазона на иммунную систему у животных с индуцированной гиперплазией матки, что представляет значительный интерес в клиническом аспекте, так как известно, что гиперпластические процессы женских половых органов сопровождаются иммунодефицитным состоянием.

Изучено влияние оперативного вмешательства и электромагнитного поля ММ диапазона на состояние иммунной системы 30 больных с миомой матки и гиперплазией эндометрия. Электромагнитное поле ММ диапазона применялось в течение I0 дней послеоперационного периода.

Установлено, что в результате применения электромагнитного поля ММ диапазона не происходит снижения ряда показателей иммунной системы в послеоперационном периоде, а некоторые из них достоверно повышаются. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности данного направления и необходимости дальнейшей его разработки.

III. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ С РАЗЛИЧНЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ



СВЕРХТОНКАЯ СТРУКТУРА МЕССБАУЭРОВСКИХ СПЕКТРОВ ГЕМОГЛОБИНА В СЛАБЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ММ ИЗЛУЧЕНИЯ

Н.П.Диденко, В.И.Зеленцов, В.М.Фалькович,
Н.П.Федоров, Е.М.Чуприкова

Эффект воздействия низкоинтенсивных мм волн на гемоглобин и его производные, зарегистрированный методом мессбауэровской спектроскопии, связывался нами с изменениями в конформационном статусе белка.

Для корректной интерпретации результатов мессбауэровских экспериментов в рамках модели конформационных подсостояний важно знание времен релаксации возбуждаемых миллиметровым излучением конформационных переходов.

Нами исследовано временное поведение молекулы гемоглобина в области малых потенциальных барьеров между конформационными подсостояниями. Для этого измерения проводились в интервале температур 4,2–20 К, когда конформационные движения более высокого уровня заморожены. Для развязки ядерных и электронных переходов, чтобы избежать влияния усредненного магнитного поля окружающих ядер на сверхтонкую структуру мессбауэровского спектра, использовались слабые магнитные поля приблизительно в несколько сотен гаусс. Образцы гемоглобина были изготовлены в виде квазимонокристаллов.

В работе приведены мессбауэровские спектры при и без воздействия низкоинтенсивных миллиметровых волн и произведенные по этим спектрам оценки ориентационной зависимости параметров сверхтонкой структуры. Проведено сравнение полученных результатов с данными по динамическому поведению белков, полученными другими физическими методами.

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КВЧ ВОЗДЕЙСТВИЯ КАК ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ КЛЕТОК КРОВИ, ТАК И ДЛЯ АКТИВИЗАЦИИ ИХ УЧАСТИЯ В ПРОЦЕССАХ АДАПТИВНОГО РОСТА ОРГАНИЗМА В ЦЕЛОМ

В.А.Кичаев, М.В.Пославский, М.Б.Голант

В литературе неоднократно анализировалась роль КВЧ воздействий в ускорении и активизации восстановительных и приспособительных процессов - процессов нормализации или адаптивного роста. При воздействии на клетки in vitro КВЧ излучения могут нормализовать их функции как автономно функционирующих систем. Однако при нарушении функций целостного организма участие клеток в его восстановлении может быть связано с имеющей различный характер активацией клеток, представляющей временное отклонение их функционирования от норм, характерных для здорового организма. Такая активация также может быть ускорена и интенсифицирована использованием КВЧ воздействий.

Приводятся примеры обоих видов КВЧ воздействий.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАЗМУ КРОВИ

Л.В.Каложная, В.И.Пясецкий, В.А.Цендровский

В работе представлены материалы исследования влияния низкоинтенсивных физических факторов воздействия на плазму крови. С помощью спектрометра ИКС-29 в диапазоне 4200-400 $см^{-1}$ исследованы ИК спектры пропускания тонких ($\sim$5 мкм) пленок плазмы крови, полученных поливом разведенной в физиологическом растворе плазмы на металлизированные стеклянные подложки с последующей сушкой на воздухе при температуре от 20 до 63°С.

Показано, что температура сушки оказывает незначительное влияние на вид ИК спектра пропускания пленок плазмы крови.

Обработка пленок плазмы излучением КВЧ диапазона (в качестве источника использовался аппарат "Электроника КВЧ") приводит к заметным изменениям в ИК спектрах. Так, наблюдается смещение в коротковолновую область полосы поглощения гидроксильных групп при 3300 $см^{-1}$, что связано с частичным разрушением водородных связей, уменьшается интенсивность полосы поглощения 1440 $см^{-1}$ и смещается полоса при 1400 $см^{-1}$, что может быть обусловлено реакциями с участием карбоксильных групп основной цепи белковой макромолекулы. Кроме того, значительно ослабляются полосы поглощения при $\nu < 900$ $см^{-1}$ и появляется заметный фон поглощения в диапазоне 1000-1100 $см^{-1}$, что можно считать проявлением окислительных процессов, происходящих в плазме под воздействием электромагнитного излучения. Спектральное проявление обработки пленок ультрафиолетовым излучением имеет такой же характер.

Полученные результаты указывают на возможность применения ИК спектроскопии в медицине и биологии.

ВЛИЯНИЕ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БЫСТРУЮ ДИНАМИКУ МОЛЕКУЛЫ ГЕМОГЛОБИНА

В.В.Горбунов, Н.П.Диденко, В.И.Зеленцов, И.В.Целиков

В последнее время физические исследования белковых молекул показали наличие в них значительной динамической подвижности, степень которой различна для разных структурных участков. Характеристические времена движений отдельных групп атомов биомакромолекулы, обнаруженных в этих исследованиях, составляют $\sim 10^{-7}$ - 10^{-12} с. Многие экспериментальные результаты указывают, что такие движения важны для биологической функции белков. В связи с этим закономерен вопрос о влиянии мм волн на динамическое поведение биомакромолекул с субмикросекундными характеристическими временами.

Нами была исследована быстрая динамика молекулы кроличьего гемоглобина при и без воздействия низкоинтенсивного ЭМИ мм диапазона. Исследования проводились методом мессбауэровской спектроскопии, что позволило нам наблюдать по параметрам "квазиупругой" компоненты мессбауэровского спектра за динамическим поведением около-гемовых групп с характеристическими временами $\sim 10^{-7}$ с. Измерения проводились при 253 К и нескольких фиксированных значениях гидратации белка, лежащих в диапазоне (0,25-0,44) г H_2O/г белка. При воздействии использовали миллиметровое излучение с частотной модуляцией в диапазоне (42,400$\pm$0,010) ГГц. Результаты измерений показали, что мм волны мало влияют на средние значения параметров "квазиупругой" линии, но существенно изменяют форму распределения амплитуд этой линии. Интерпретация этих результатов в рамках модели броуновского осциллятора с затуханием позволяет говорить о раскачке относительно низкочастотных типов колебаний в молекуле гемоглобина при воздействии ЭМИ мм диапазона.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА АГРЕГАЦИЮ ТРОМБОЦИТОВ

В.Д.Максименко, Ф.В.Кивва, Т.Ю.Щеголева

Образование тромбов в кровеносной системе организма является одной из кризисных ситуаций при развитии сердечно-сосудистой патологии. Агрегация тромбоцитов определяется тонкими молекулярными механизмами взаимодействия мембранных рецепторных комплексов. С этой точки зрения представляет интерес исследование возможностей влияния на процесс агрегации воздействия электромагнитного излучения.

Эффект воздействия изучался на дискретных частотах 55; 57,5; 60; 62,5; 65; 75 ГГц в режиме непрерывной генерации. Плотность потока мощности составила 100 мкВт/см^2. Результат регистрировали по оптической плотности на фотокалориметре КФК-2. Термический нагрев образца составил 0,1°. В качестве объекта исследования использовалась суспензия тромбоцитов в плазме, в которую для предотвращения спонтанной агрегации добавлялся цитрат натрия. Для запуска механизма агрегации в суспензию добавлялся аденозиндифосфат.

При воздействии миллиметровых волн наблюдается увеличение скорости агрегации тромбоцитов, по сравнению с контролем, а также спонтанная агрегация на всех исследованных частотах.

СВЯЗЬ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕМОГЛОБИНА С ОТКЛИКОМ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МИЛЛИМЕТРОВЫМИ ВОЛНАМИ

Н.П.Диденко, Е.М.Чуприкова, В.И.Перфильев, А.М.Кречмер, В.В.Кулешов, В.А.Ча, В.И.Зеленцов

Одним из возможных механизмов биологического действия миллиметровых волн является модификация биохимических процессов под воздействием ЭМИ за счет изменения функциональных свойств ферментов. Такие изменения наблюдались нами ранее на модели гемоглобина. Эффективность взаимодействия ЭМИ с биомакромолекулами связана с радиофизическими характеристиками растворов этих молекул, поэтому представляют интерес исследования их поведения в диапазоне частот.

В докладе приведены результаты измерений коэффициента отражения от раствора гемоглобина в диапазоне частот с помощью векторного СВЧ рефлектометра. Проведено сравнение полученных спектрограмм с результатами исследования влияния миллиметровых волн на константу равновесия реакции связывания лиганда этим белком. Обсуждается возможное влияние условий измерений на полученные результаты.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА КОМПОНЕНТЫ МЕМБРАН МЕТОДОМ ИК СПЕКТРОСКОПИИ

Т.Б.Ченская, И.Ю.Петров

Для выяснения возможности инициирования миллиметровым излучением (ММИ) обратимых структурных перестроек в компонентах мембран – белках и липидах – измерены ИК спектры пленок сывороточного альбумина человека (САЧ) и лецитина при одновременном облучении образцов ММИ. Для получения корректных спектров без помех, возникающих при попадании ММИ на чувствительный приемник ИК излучения, была использована специальная кювета, снабженная запредельными для ММИ с $\lambda = 8{,}6$ мм волноводами, прозрачными для ИК излучения. Сравнение спектров пленок СВЧ и лецитина, полученных без облучения ММИ и с облучением, показало отсутствие каких бы то ни было различий, что позволяет сделать вывод о том, что ММИ, плотность потока мощности которого изменялась в интервале 50–3 мВт/см^2, не вызывает обратимых изменений вторичной структуры белков типа переходов α-спираль $\longrightarrow$ β-складчатая структура и фазовых переходов в липидах. Для изучения возможности действия ММИ на динамику белков исследовано влияние ММИ на кинетику водородного обмена в САЧ. Обнаружено, что ММИ с $\lambda = 8{,}6$ мм вызывает увеличение степени обмена. Этот эффект полностью обратим. Механизм его обсуждается.

ВЛИЯНИЕ ЭМИ ММ ДИАПАЗОНА НА БЫСТРЫЙ КАЛИЕВЫЙ ТОК НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКА

С.И.Алексеев, О.И.Воронова, Е.П.Хижняк, В.В.Тяжелов, А.Н.Кузнецов

Облучение нервных клеток прудовика производили в специально сконструированной камере с открытой боковой стороной, к которой подводился затянутый тефлоновой пленкой раскрыв волновода и осуществлялся его контакт с физиологическим раствором. Клетки с помощью микровинта подводились к центру раскрыва волновода на фиксированные расстояния вплоть до касания с пленкой. Пространственное распределение поглощаемой мощности излучения в области раскрыва излучателя определялось с помощью термовизионной системы АГА-780 по скорости роста температуры. В работе использовали КВЧ генератор Г4-I42, настроенный на частоту 75 ГГц с мощностью на выходе составного волновода около 8 мВт. Удельная поглощаемая мощность в поверхностном слое раствора не превышала 8 кВт/кг.

Исследовалось влияние излучения на величину быстрого калиевого тока I A и кинетику активации и инактивации этого тока. Показано, что ММ излучение индуцирует увеличение I A. Величина эффекта при касании тефлоновой пленки составляет 8-I0%. Выход тока на новый стационарный уровень завершается за первую секунду после включения генератора, и примерно за такое же время осуществляется возвращение тока до первоначального уровня после выключения генератора. Облучение приводит к уменьшению постоянных времени активации и инактивации на 6-9 и I6% соответственно. Это означает, что при действии ММ излучения скорость инактивации растет быстрее, чем скорость активации I A. Полученные результаты однозначно указывают на то, что ЭМИ КВЧ оказывает эффективное влияние на функционирование быстрых калиевых каналов, участвующих в регуляции электрической активности нервных клеток.

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В НЕРВЕ ПРИ ЕГО ОБЛУЧЕНИИ ЭМП НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ДИАПАЗОНА КВЧ

С.В.Гальченко, Л.В.Рыжкова, О.С.Сотников, А.М.Старик, А.Ю.Сазонов

Проведены экспериментальные исследования воздействия полей с частотой 42,I9 ГГц низкой интенсивности на седалищный нерв лягушки. Измерялось время восстановления амплитуды потенциала действия после раздражающего воздействия электрическими импульсами с частотой I кГц. Нерв непосредственно после препарирования размещался в лунке измерительной камеры с вазелиновым маслом и ориентировался параллельно вектору $\vec{E}$ в максимуме электрического поля облучающего раскрыва. Использовались следующие режимы облучения: с фиксированной частотной модуляцией $\Delta f = \pm$(I00-I50) МГц относительной частоты).

Использование двух аттенюаторов в волноводном тракте позволяло регулировать уровень выходной КВЧ мощности от 30 мкВт до 30 мВт. В качестве облучателя - диэлектрический стержень прямоугольного поперечного сечения, торец которого плавно прилегал к стеклянному дну лунки измерительной камеры.

Исследовались следующие режимы восстановления нерва:

I) без облучения (контроль) КВЧ полем;

2) с предварительным облучением (до раздражения) КВЧ полем;

3) с облучением во время восстановления;

4) с облучением до раздражения и во время восстановления.

Во всех случаях облучения наблюдалось уменьшение времени восстановления амплитуды потенциала действия по сравнению с контролем. Для разных режимов облучения относительное уменьшение времени восстановления составляло (60-80)% со сравнительно небольшим разбросом + (I0-I5)% от опыта к опыту и для разных партий лягушек.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭМИ КВЧ НА ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МЕХАНОРЕЦЕПТОРОВ КОЖИ ЛЯГУШКИ

Н.Г.Желтов, В.М.Штемлер, А.Н.Кузнецов

С целью исследования возможных механизмов кожной рецепции ЭМИ КВЧ предпринята попытка обнаружить прямое действие ЭМИ на спонтанную и вызванную механической стимуляцией электрофизиологическую активность механорецепторов кожи лягушки как в полуинтактных (лягушка обездвиженная разрушением спинового мозга), так и изолированных кожно-нервных препаратах при локальном облучении участка внешней поверхности кожи спины. Афферентный поток импульсов регистрировался путем внешнего отведения с ответвления кожного дорзального нерва, иннервирующего облучаемый участок. Облучение проводилось на частотах 48,00; 42,3I и 42,25 ГГц при средних ППМ на поверхности кожи до 35 мВт/см^2, что при максимальных ППМ приводило к нагреву поверхности кожи на I-2^{o}С.

В первой серии экспериментов исследования проводились при комнатной температуре I8-22^{o}С в области термонейтральности механорецепторов лягушки (I3-26^{o}С), что позволяло рассчитывать на обнаружение нетеплового действия ЭМИ. Однако активирующего действия ЭМИ на спонтанную активность и модифицирующего влияния облучения на вызванный ответ при этом не обнаружено.

В исследованиях на изолированных препаратах при повышенных температурах (27-30^{o}С) в зоне термочувствительности механорецепторной системы обнаружено достоверное уменьшение вызванной активности механорецепторов при облучении (48 ГГц), которое соответствовало дополнительному нагреву тестируемого участка кожи при облучении и не требовало привлечения гипотезы о специфическом действии ЭМИ.

ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ КВЧ ИНДУКЦИЯ РЕПРЕССИРОВАННОГО ОПЕРОНА В ГЕНОМЕ ESCHERICHIA COLI

В.А.Гусев, Т.С.Бакиров, Н.И.Боровская, В.М.Генералов, Н.Ю.Шевелюк

В работе исследовали эффективность индукции репрессированного оперона в зависимости от частоты КВЧ поля нетепловых интенсивностей. В качестве объекта исследований выбраны природная и искусственная генетические конструкции: лизогенный профаг лямбда в составе хромосомы клеток E.coli К I2 и ген β-галактозидазы в составе плазмиды в клетках E.coli CSH 36 соответственно. Экспрессия этих оперонов в норме блокирована CI-репрессором фага лямбда.

При КВЧ облучении лизогенных клеток К I2 в ростовых условиях в диапазоне 69-72 ГГц наблюдается несколько резонансных частот, на которых выход индуцированного фага увеличивается на 5-6 порядков над фоном.

В области одного из резонансных пиков 70,5 ГГц проведено исследование индукции гена β-галактозидазы в штамме CSH 36. Показано, что максимум экспрессии этого гена под действием КВЧ поля лежит в диапазоне 70,5-70,7 ГГц.

Авторы предлагают модель механизма резонансного воздействия КВЧ поля нетепловых интенсивностей на белково-нуклеиновые комплексы, в основе которой лежит предположение о возбуждении "поверхностных" колебаний белковой глобулы, содержащей заряженные группы.

ВЛИЯНИЕ КВЧ ОБЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КУЛЬТУРЫ ПРОСТЕЙШИХ

М.З.Левина, И.А.Веселаго, Т.И.Белая, Л.Д.Гапочка, Г.М.Мантрова, М.Н.Яковлева

Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию развития культуры простейших при КВЧ воздействии. Наши теоретические исследования показали, что КВЧ фактор является несистемным на всех стадиях развития культуры. При этом наблюдаются принципиальные различия реагирования культуры на этих стадиях. Были проведены следующие эксперименты. Выбрано 2 варианта опытов: I) облучение культуры в процессе образования популяции; 2) облучение культуры, в которой из-за ограниченного объема бюкса популяция не формировалась. Опыты проводились в бюксах с культурой *Spirostomum sp.* .Возраст культуры 6 суток. Культуру добавляли в виде инокулята 0,5 мл в 9,5 мл культуральной среды. Кормом служили сухие пивные дрожжи. В первом варианте опытов плотность посева составляла I-2 клетки на I мл среды, во втором - 5-6 клеток на I мл среды. Облучение проводили в течение 30 минут в открытых чашках Петри диаметром 50 мм в слое 3 мм. Длина волны 7,I мм. Эксперименты проводились в соответствии с ранее полученной кривой роста на 2, 4, 7 и 9 дни развития.

В первом варианте, когда в контроле формировались популяционные отношения, при облучении на 2, 4 и 7 дни популяция складывалась значительно раньше, чем в контроле. При облучении на стадии сложившейся популяции (9-II дни) кривая роста совпадала с контрольной. В этом случае регулирующие механизмы популяции подавляли неспецифическое КВЧ воздействие. Во втором варианте контрольная кривая показывает, что популяция не формируется. При облучении же на разных стадиях роста культуры происходит стабилизация, т.е. установление популяционных отношений. При этом на стадиях бурного роста (4, 7, 9 дни) образуется более устойчивая популяция и в более сжатые сроки, чем при облучении на стадии инокулята (2 день). Итак, несистемный КВЧ-фактор может способствовать системообразованию на определенных стадиях развития культуры.

ВЛИЯНИЕ ЭМИ ММ ДИАПАЗОНА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

А.Х.Тамбиев, Н.Н.Кирикова, О.М.Лапшин

Нами был обнаружен эффект выраженной стимуляции прироста биомассы и изменение некоторых физиологических характеристик при взаимодействии микроводорослей с ЭМИ ММ диапазона низкой интенсивности. Очередной задачей нашей работы явилось изучение фотосинтетической активности облученных и необлученных культур практически важных микроводорослей. В качестве объектов исследования использовали альгологически чистые культуры сине-зеленой водоросли Spirulina platensis и зеленой морской одноклеточной водоросли Platymonas viridis.

Измерение фотосинтетической активности полярографическим методом проводили в необлученных и в облученных (в течение I5 и 30 мин, I, 2 и 6 часов) культурах микроводорослей в динамике их развития через I0, 20 и 30 суток. Максимальная фотосинтетическая активность облученных культур, которая коррелировала с приростом биомассы, наблюдалась на 20 сутки роста. Спектры поглощения целых клеток облученных и необлученных культур микроводорослей были идентичны по числу и положению максимумов. При различных параметрах ЭМИ и времени облучения наблюдали значительное увеличение количества фотосинтетических пигментов по сравнению с необлученными культурами. При трехкратном облучении фотосинтетическая активность снижалась, что сопровождалось уменьшением содержания пигментов.

Повышение интенсивности фотосинтеза у облученных культур и, как показано нами, сохранение этого эффекта при последующих пассажах может быть важно для практики, так как улучшает продукционные характеристики микроводорослей.

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭМИ ММ ДИАПАЗОНА С МИКРОВОДОРОСЛЯМИ

А.Х.Тамбиев, Н.Н.Кирикова, О.М.Лапшин, О.В.Бецкий, М.Н.Яковлева, Г.М.Мантрова, М.В.Гусев

В наших исследованиях впервые использованы в качестве биологических объектов представители фотосинтетиков – разных типов микроводорослей. Ранее нами была показана перспективность применения для этих целей нескольких видов сине-зеленых водорослей.

Исследовались сине-зеленая водоросль Spirulina platensis (прокариот)-продуцент ценного пищевого белка и полезных соединений, а также промышленно важной морской одноклеточной водоросли Platymonas viridis (эукариот). Разработаны методики непрерывного облучения микроводорослей и проведена оптимизация параметров облучения. Получен выраженный статистически достоверный стимулирующий эффект при однократном облучении микроводорослей, имеющий временную, частотную и мощностную зависимость, при котором показано интенсивное накопление биомассы, увеличение удельной скорости роста, увеличение продолжительности логарифмической фазы роста, повышение жизнеспособности у облученных культур. Максимальный стимулирующий эффект достигался при использовании 7-I0-суточного облученного инокулята. Параметры облучения при этом были для спирулины: t = 30 мин, λ = 7,I; 7,89 и 6,66 мм, а для платимонас: t = 60 мин, λ = 8,34 мм. Взаимодействие ЭМИ ММ диапазона с микроводорослями имело выраженный резонансный характер. Кратность облучения снижала стимулирующий эффект. Увеличение окислительной активности культуральной среды во всех опытах коррелировало с приростом биомассы микроводорослей. Обнаружен выраженный эффект интенсификации фотосинтетических процессов в облученных клетках.

Таким образом, выявлены сходные физиологические эффекты при воздействии ЭМИ ММ диапазона на разные таксоны микроводорослей.

ИЗМЕНЕНИЯ МЕМБРАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ, ИНДУЦИРОВАННЫЕ НИЗКОИНТЕНСИВНЫМ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЕМ И ИХ СОПРЯЖЕНИЕ С АКТИВИРОВАНИЕМ АТР-СИНТЕТАЗ ТИЛАКОИДОВ

И.Ю.Петров

Ранее нами было обнаружено, что облучение растительной клетки низкоинтенсивным КВЧ излучением (Р$\approx$ I0 мВт/см^2, $\lambda \sim 7$ мм) индуцирует изменения $\Delta\psi$ на плазматических мембранах $(\Delta\psi_m)$ с переходными характеристиками изменений $\Delta\psi_m$, форма которых качественно соответствует изменениям $\Delta\psi_m$ запускаемым фотосинтетически активным излучением (ФАИ) [I]. Известно, что ФАИ-запускаемые изменения $\Delta\psi_m$ обусловлены активированием ФАИ АТР-синтетазных комплексов тилакоидных мембран [2]. Вследствие этого можно предположить, что КВЧ-запускаемые изменения $\Delta\psi_m$ также обусловлены активированием АТР-синтетаз.

Для проверки этого предположения в данной работе исследовано влияние факторов, изменяющих функциональное состояние АТР-синтетаз на параметры переходных характеристик ФАН и КВЧ-запускаемых изменений $\Delta\psi_m$.

В результате исследований получено полное соответствие влияния изменений температуры измерительной ячейки, внесение в раствор, омывающий клетки ингибитора, АТР-синтетазы (I мМ ДЦКД) и низких концентраций разобщителя фосфорилирования (0,I мМ 2,4 ДНФ), повышающих активность АТР-синтетаз на параметры переходных характеристик ФАИ и КВЧ-запускаемых изменений $\Delta\psi_m$. На основании этого сделано заключение, что КВЧ-запускаемые изменения обусловлены активированием АТР-синтетаз.

Предложено объяснение связи отдельных фаз переходных характеристик изменений $\Delta\psi_m$ с изменениями в функциональном состоянии АТР-синтетаз. Исходя из него, предложена возможная интерпретация температурной зависимости КВЧ-запускаемых изменений $\Delta\psi_m$: при $t > 12^{\circ}$C активирование АТР-синтетазы происходит без образования $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ на тилакоидных мембранах; при $t < 12^{\circ}$C АТР-синтетазы активируются КВЧ так же, как и ФАИ за счет повышения $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$.

Активирование АТР-синтетаз КВЧ, вероятно, связано с влиянием КВЧ на конформацию белковых систем тилакоидов.

I. Петров И.Ю., Бецкий О.В. ДАН. – I989. – Т.305, № 2. – С.474-476.
2. Булычев А.А., Курелла Г.А., Туровецкий В.Б. ДАН.– I983.– Т.27I, № 5. – С.I277-I280.

РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ НА ДЕЙСТВИЕ РАДИОВОЛН МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Н.Г.Шестопалова, Т.И.Баева, И.Н.Баркова, Л.В.Винокурова, Л.Н.Головина, В.К.Корниенко, А.А.Матюшенко, В.С.Мирошниченко, Е.В.Толстоплет, С.В.Шобкопляс

Работа посвящена актуальному, крайне мало изученному вопросу – цитофизиологическим и физиологогенетическим эффектам действия ММ излучения на сельскохозяйственные растения.

Объектами исследования были клетки меристемы проростков и вегетирующие растения ряда зерновых и зернобобовых культур. Облучались семена.

Реакция изучалась в зависимости от генотипа (вида, сорта), физиологического состояния объектов (относительный покой, различная физиологическая активность), режимов и сроков после облучения, в том числе и в поколениях растений. Чувствительность растений оценивалась по показателям, характеризующим интенсивность размножения клеток, состояния хромосом, рост, развитие и продукционную способность растений.

Основные результаты:

1. Радиоволны ММ диапазона оказывают влияние на пролиферативную активность клеток (синтез ДНК, митотический режим, кинетику и уровни митотических индексов, синхронность деления и др.показатели). Степень стимуляции или угнетения зависит от генотипа, физиологического состояния объекта и режима облучения.

2. Радиоволны ММ диапазона влияют на частоту клеток с хромосомными аберрациями.

3. Установлена связь между цитологическими показателями на уровне проростков с количественными показателями компонентов структуры урожая растений.

4. Впервые установлено изменение реакции растений на ионизирующее излучение при до- и пострадиационном воздействии радиоволн.

5. Экспериментальные данные позволяют думать, что реакция растений обусловлена глубокими, по-видимому, обратимыми изменениями активности молекулярно-генетических процессов, лежащих в основе клеточного размножения и структурно-функционального состояния хромосом.

IV. ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ММ ВОЛН С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ



МЕХАНИЗМЫ КВЧ УПРАВЛЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫМИ И ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В КЛЕТКАХ*

М.Б.Голант

Деформации клеточных мембран обычно связаны с появлением функциональных и органических нарушений. Появление деформаций сопровождается возбуждением генерации акустоэлектрических и электромагнитных волн, частотный спектр которых зависит от геометрии как мембран в целом, так и их искаженных участков. КВЧ электрическое поле акустоэлектрических волн в местах искажений глубже проникает в цитоплазму. Это поле управляет потоками белковых молекул, направляющихся к мембранам, и совместно с электромагнитным полем определяет расположение и размеры элементов образующихся на мембранах белковых подструктур. Последние обеспечивают излучение КВЧ волн вовне клетки, что необходимо для координации действий отдельных клеток в клеточных ансамблях. Внутри клеток поле генерируемых КВЧ волн, управляя потоками белковых молекул, обеспечивает ликвидацию искажений мембран. Энергия, которую белковые молекулы отдают при ударе о мембрану, - это средняя кинетическая энергия теплового движения молекул. Создание белковых подструктур с помощью электрических полей генерируемых клеткой волн сопровождается процессами регулирования биохимических реакций, направленных на восстановление гомеостаза. Это периодические процессы с околочасовым ритмом, играющие огромную роль в самых разных сторонах жизнедеятельности.

---

* Исследования проведены совместно с Н.А.Савостьяновой.

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЕЛКОВЫХ МАКРОМОЛЕКУЛ С КВЧ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Д.С.Чернавский, Ю.И.Хургин

Физические модели белков-ферментов и рецепторов допускают наличие собственных частот в диапазоне $10^{10}...10^{11}$ $с^{-1}$, что могло бы служить основой для механизмов прямого КВЧ воздействия на биологические объекты.

В модели "белок-машина" макромолекула рассматривается как целесообразно построенная конструкция типа фермы (механизм запасания энергии стороннего источника) или типа системы с одной выделенной степенью свободы, т.е. машины (транспорт и преобразование запасенной энергии), причем в ходе каталитического акта (белок-фермент) или трансформации пространственной структуры (белок-рецептор) происходит переход от конструкции одного типа к другому.

Теоретические оценки на основе модели белок-машина дает пренебрежимо малые значения амплитуды, добротности и энергии вынужденных колебаний при мощности КВЧ облучения до 100 мВт. Аналогичные оценки на основе модели когерентного возбуждения по Фрелиху также показывают на практически полное отсутствие резонансных эффектов КВЧ облучения низкой мощности.

Модель белок-машина допускает возможность следующих косвенных эффектов КВЧ облучения низкой мощности: 1) глобальный нагрев макромолекулы путем передачи на нее КВЧ мощности через водную среду; 2) избирательная энергизация выделенной степени свободы; 3) передача КВЧ мощности на макромолекулу через гидратную оболочку; 4) воздействие через изменение спиновых состояний (см. F.Keilmann, Z.Naturf. 1986, 41C, 795).

Проявление специфических косвенных эффектов КВЧ облучения возможно при условии соответствующей организации пространственной структуры индивидуальной макромолекулы белка, а также при некоторых условиях среды.

ТУННЕЛЬНО-РЕЗОНАНСНЫЙ МЕХАНИЗМ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЛАБОГО СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИООБЪЕКТЫ

А.В.Каменев, В.В.Кислов

Гипотеза о важной роли резонансного туннелирования (РТ) в биологических процессах неоднократно обсуждалась в литературе [I]. Это явление возникает в случае, когда совпадают энергетические уровни электронов в двух или более квантовых ямах. Волновая функция при этом делокализуется по всей системе и вероятность туннелирования возрастает. Предлагаемый механизм воздействия СВЧ связан с тем фактом, что наличие туннельной связи между ямами с одинаковыми уровнями энергии снимает вырождение и приводит к расщеплению делокализованных уровней на величину

$$\Delta E = h\nu \approx E|T|, \qquad (I)$$

где E – уровень энергии электрона в яме, T – коэффициент прозрачности туннельного барьера. Частота перехода между этими уровнями для характерных биологических структур лежит в СВЧ диапазоне. Резонансное внешнее поле может вызывать переходы между этими уровнями. Ключевой особенностью таких переходов является то, что значительно более вероятны переходы, сопровождающиеся изменением направления движения электрона. Их вероятность

$$P_{ref} \approx \frac{\alpha}{m} \cdot \frac{1}{v^3|T|} I, \qquad (2)$$

где α – постоянная тонкой структуры, I – плотность потока мощности падающего СВЧ излучения, m – масса электрона.

Переходы без отражения являются в $(v/c)^2$ раз менее вероятными. Таким образом, СВЧ излучение с мощностью порядка I мВт/см^2 (2) значительно снижает вероятность РТ перехода электрона. Спектральная ширина эффекта имеет порядок $|T|$, что соответствует добротности порядка 10^4. Обсуждаемый эффект может наблюдаться при биологических температурах, так как для его возникновения не требуется разность заселенностей уровней. Эффект может быть исследован на полупроводниковых РТ диодах, содержащих три и более туннельных барьера [2].

I. Chernavskaya N.M., Chernavskii D.S. - Photosynthetica.- 1981.- 15, N 2.- 195-200.
2. Copasso F.et all.-IEEE J.Quantum Electron.-1986.-22,N 9.-1358.

КЛАСТЕРНАЯ ДИНАМИКА БИОМОЛЕКУЛ И ПРОБЛЕМА ДОБРОТНОСТИ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ МОД

Ю.М.Романовский, В.В.Терешко, А.Ю.Чикишев

На простой модели макромолекулы [I] (белок α-химотрипсин), состоящей из нескольких субглобул с нелинейными взаимодействиями между ними, обсуждается вопрос о времени жизни или добротности "нагретых" колебательных степеней свободы. Предполагается, что глобулы взаимодействуют с движущимися молекулами растворителя.

Вычислены добротности различных тонов собственных колебаний глобул. Если основной тон, благодаря взаимодействию с растворителем, имеет добротность $Q \sim$ I-I0, то в зависимости от соотношений собственных частот добротности более высоких тонов (i = 4-8) вырастают на один-три порядка.

Учет нелинейностей, соответствующих водородным связям между кластерами, составляющими глобулы, приводит к дополнительному эффективному затуханию за счет перекачки энергии в моды с более высокими частотами. Нелинейная перекачка максимальна, если частоты ω_i находятся между собой в кратных соотношениях.

Если высокодобротные моды определяют локальную динамическую конфигурацию активного центра белка-фермента, то вероятность протекания определенных стадий ферментативного акта может существенно возрастать.

Обсуждаются возможности использования предложенной модели для оценки воздействий электромагнитных полей КВЧ диапазона на белковые молекулы в водном окружении.

Литература

I. Romanovsky Yu.M., Chikishev A.Yu., Khurgin Yu.I. J.Mol.Catalysis.- 1988.- V.47.- P.235-240.

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РАЗВИТИИ ОТКЛИКОВ СЛОЖНЫХ БИОСИСТЕМ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МИЛЛИМЕТРОВЫХ РАДИОВОЛН

Г.М.Черняков

Анализ результатов экспериментальных исследований, выполненных на клеточном, органном и организменном уровнях в рамках единой методологии, а также клинического опыта позволяет заключить, что развитие генерализованных реакций организма на локальное воздействие КВЧ излучения низкой интенсивности (ППЭ < 500 мкВт см$^{-2}$) принципиально не отличается от реакций на воздействие других раздражителей (электромагнитной и неэлектромагнитной природы) на биологически активные точки.

Высокая эффективность локального воздействия КВЧ излучения низкой интенсивности и ряд других особенностей биологических откликов (в том числе, зависимость эффектов от частоты ЭМИ) могут быть объяснены с учетом анизотропного, неоднородного распределения электродинамических характеристик облучаемых тканей, зависимости этих характеристик от функционального состояния последних и динамического характера распределения источников возмущения активных элементов (например, возбудимых структур), образующихся при поглощении мм радиоволн биообъектами.

Решающая роль в развитии реакций сложных биосистем на локальное воздействие КВЧ излучения низкой интенсивности принадлежит, по-видимому, кооперативным процессам, типичным для целостных физиологических структур (рецепторов, нервных окончаний и проводников и т.п.). При этом особенности поглощения энергии мм радиоволн живыми тканями, в том числе процессов, происходящих на молекулярном уровне, очевидно "маскируются" особенностями кооперативных реакций.

Формирование генерализованного отклика на уровне целостных организмов происходит с вовлечением сугубо неспецифических, общеприспособительных механизмов. Между тем, в силу нелинейности ауторегуляторных систем, вносимое извне возмущение может распределяться таким образом, чтобы поддерживать вполне определенный доминирующий в этот момент, процесс.

НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ИМПУЛЬСНОГО ПОЛЯ КВЧ С БОЛЬШОЙ НАПРЯЖЕННОСТЬЮ НА КОЛЛЕКТИВНЫЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ В БИОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ

В.В.Кислов, И.В.Таранов

Для описания биологически значимых процессов, таких как энергетический транспорт и др., в ряде работ [1] описывалась модель α-спиральной молекулы белка, представляющая собой квазиодномерную молекулярную цепь с сильным экситон-фононным взаимодействием. В моделях такого типа особый интерес вызывают локализованные коллективные возбуждения, переносящие, как предполагалось в [1], энергию, связанную с распадом молекулы АТФ, – солитоны. В настоящей работе описан эффект разрушения солитона при действии на описанную систему внешнего импульсного КВЧ-излучения с большой, порядка $E_0 \sim 10^4 - 10^5$ В/см, напряженностью поля и низкой энергией вследствие малой, порядка 10^{-8} с, длительности импульса. На возможность действия подобных полей указывалось в работе [2]. Описанный эффект является существенно пороговым по амплитуде внешнего КВЧ-поля. Порог разрушения солитона определяется соотношением

$$(dE)/(\hbar \omega_J \sin^2 l/L) > 3/4\, \chi^2/\hbar\Omega,$$

в котором d = 3,5 D – дипольный момент пептидной группы, l = 5,6 A – расстояние между группами, $\omega_J = 2d^2/\hbar e^2$ – энергия диполь-дипольного взаимодействия, $\Omega \sim 10^{12}$ Гц – характерная фононная частота, χ – энергия экситон-фононного взаимодействия, L – период пространственной модуляции внешнего воздействия, связанный с периодическим пространственно вращательным расположением дипольных моментов пептидных групп в плоскости перпендикулярной молекулярной цепи. Эффект разрушения солитона при внешнем воздействии рассматривался численно в [3]. Отметим, что устойчивость солитона существенно зависит от соотношения периода пространственной модуляции импульса L и "шага решетки" l.

1. Давыдов А.С. Солитоны в молекулярных системах.– Киев: Наукова думка.– 1984; Wu T.M., Austin S. – Phys Lett.– 65A.– 1977.–P74; Ораевский А.Н., Судаков М.Ю. – ЖЭТФ.– 1988.– Т.94, в.9.– С.283.
2. Девятков Н.Д., Кислов В.В., Чернов З.С. Препринт № 6(481).– 1988.– М.: ИРЭ АН СССР.
3. Кислов В.В., Криксин Ю.А. Мат.модел.– 1989.– Т.1.– С.87.

ПОПЕРЕЧНАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ КВАЗИОДНОМЕРНОЙ ДИПОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В.В.Кислов, И.В.Таранов

В последнее время большое внимание уделяется исследованию свойств молекулярных пленок Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ), составленных из биологических или иных макромолекул. В одной из работ авторов указана возможность эффекта поперечной неустойчивости, приводящей к пространственной "гофрировке" - пространственно периодически модулированному состоянию в ЛБ-пленках. В квазиодномерной системе, являющейся одномерным аналогом ЛБ-пленки, удается более подробно рассмотреть подобный эффект. Рассматриваемая система представляет собой линейный набор точечных диполей с дипольным моментом d_0 и "головы" амфифильной макромолекулы, в которой каждый диполь упруго связан с неподвижной подложкой. Коэффициент упругой связи k определяется упругими свойствами "хвоста" амфифильной макромолекулы, расстояние l_0 между диполями фиксировано. Показано, что энергетически выгодным состоянием системы являются пространственные модуляции с периодом $L_n = n l_0$, n = 2, 3, ... - кратным "шагу решетки" l_0 так, что "гофрированному" состоянию с меньшим периодом L_n соответствует более глубокий минимум энергии, причем "гофрировка" с периодом возможна только при реализации порогового соотношения между величинами

$$k l_0^5/2 < (3 d_0)^2, \quad n = 2.$$

Показана также возможность существования в данной системе локализованных "дефектов гофрировки", обладающих конечной энергией, двигающихся с дозвуковой скоростью по модулированной цепи. Такие дефекты оказываются восприимчивыми к интенсивному внешнему воздействию. Эти эффекты следует учитывать при анализе механизмов взаимодействия ЭМП с биомолекулярными системами.

ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ МОЛЕКУЛЯРНОГО АНСАМБЛЯ С ПОРОГОВОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТЬЮ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕПЛОВОГО ШУМА

А.К.Видыбида

Для ряда объектов химической и биологической природы, способных к переключению при внешних воздействиях, характерны следующие структурная и динамическая особенности: 1) в состав объекта входит большое количество (N) однотипных воспринимающих элементов, обладающих активным и неактивным состояниями; 2) объект переключается в новое состояние, если переключилось не менее чем $N_0 \leq N$ элементов, где N_0 - число, характерное для данного объекта (порог). Эти особенности, в частности, имеют место для возбудимых и нейрональных мембран, а также для бистабильных химических систем. При этом в системе, находящейся вблизи порога, могут происходить спонтанные переключения в результате тепловых флуктуаций. С другой стороны, переключение может произойти в результате действия электромагнитного поля на составляющие ансамбль молекулы. Известно, что добротность, избирательность и чувствительность отдельной молекулы в диапазоне КВЧ оказывается низкой из-за демпфирующего действия окружающей среды. В то же время избирательность ансамбля может оказаться высокой из-за наличия положительной обратной связи (кооперативности), формирующей порог. В работе исследованы избирательность и чувствительность к слабым электромагнитным полям ансамбля с порогом в зависимости от добротности составляющих элементов и величины N , N_0 в присутствии теплового шума. При этом установлено, что в условиях больших чисел N , N_0 (характерных для указанных примеров) избирательность и чувствительность ансамбля значительно превосходят соответствующие характеристики элементов.

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЗОНАНСОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.П.Андрущенко

Как известно, при воздействии на нативные биосистемы миллиметрового излучения (МИ) нетепловой мощности часто характерна множественность резонансных частот проявления того или иного биологического эффекта (БЭ). В связи с этим можно поставить вопрос о БЭ при облучении объекта МИ сложного спектрального состава, причем в качестве первого шага рассмотрим модель воздействия двух гармоник. Поскольку в настоящее время механизмы появления БЭ полностью не выяснены, воспользуемся феноменологической моделью. Наиболее естественным описанием резонанса является осциллятор с силовой или параметрической накачкой. При этом осциллятор описывает биологические процессы, ответственные за поглощение МИ и формирование БЭ. Следовательно, в уравнении для осциллятора должны присутствовать члены нелинейного трения, ангармонизма и отрицательного демпфирования, что является характерным для живых организмов. Предположим, что при воздействии МИ БЭ уменьшается или исчезает. Тогда система уравнений для осцилляторов с силовой накачкой имеет вид двух осцилляторов Ван-дер-Поля, взаимодействующих посредством нелинейной связи. Для данной системы получены укороченные уравнения, исследованы стационарные состояния при всех возможных сочетаниях внешних полей. Аналогичная процедура произведена для осцилляторов с параметрической накачкой. Показано, что можно ожидать увеличения БЭ и (или) улучшения воспроизводимости результатов эксперимента при облучении МИ с двумя гармониками, но при этом необходимо осуществить сдвиги частот гармоник. Сдвиги частот рассчитаны как для силового, так и для параметрического описания резонансов. Таким образом, адекватность модели реальной ситуации можно проверить экспериментально.

МАГНИТОРЕЗОНАНСНЫЙ МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ЭМП МАЛОЙ (НЕТЕПЛОВОЙ) ИНТЕНСИВНОСТИ НА БИООБЪЕКТЫ И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЕ К КВЧ ДИАПАЗОНУ

И.М.Дмитриевский

В основу механизма [1] положено: 1) высокоэффективное действие циркулярно поляризованного излучения на проницаемость биологических мембран, экспериментально установленное в диапазоне видимого света [2] и распространенное на весь диапазон частот ЭМИ; 2) поляризация излучения при эффекте Зеемана (ЯМР, ЭПР ионов и свободных радикалов в постоянном магнитном поле, например, геомагнитном, что подтверждается экспериментами [3].

Рассмотрено приложение этого механизма к диапазону КВЧ излучения. Зеемановское расщепление в этом случае накладывается на штарковское расщепление, которое по проведенным оценкам для электрического поля мембраны 10^5 В/см соответствует терапевтическому диапазону 10-100 ГГц.

Предварительные результаты исследований воздействия КВЧ излучения при язвенной болезни по тесту изменения амплитуды α -ритма ЭЭГ и в экспериментах с клетками *E-coli* по тесту индукции профага λ показали существенно более эффективное воздействие лишь одной из циркулярно поляризованных составляющих КВЧ излучения.

Интересные для клиники следствия из предложенного механизма: а) зависимость резонансной частоты в процессе лечения; б) отсутствие острорезонансной зависимости в ряде случаев из-за широкого разброса патологических клеток по параметру мембранного потенциала; в) зависимость резонансной частоты от постоянного магнитного поля и др.

Литература

1. Дмитриевский И.М. Механизм биологического действия электромагнитных излучений: Тезисы докладов.- Пущино.- 1987.- С.27.
2. Дмитриевский И.М. Препринт 014-85.- МИФИ.- 1985.
3. A Jafary - Asl at al. Journ. Biol. Phys.- 1983.- V.11.- P.15.

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ

И.Ю.Петров

Биологическое действие КВЧ излучения наблюдается только после длительного облучения. Исходя из этого, мы предположили, что эффекты действия КВЧ сопряжены с преобразованием электромагнитной энергии КВЧ в химическую форму энергии, доступную к накоплению - энергию АТР [I] .

Для активирования АТР-синтетазного комплекса необходимо изменение четвертичной структуры белковой части этого фермента. Хорошо известно, что можно влиять на конформацию белка, изменяя количество водородных связей вода-белок. Естественно, энергия кванта КВЧ недостаточна для разрыва Н-связи, но при $T \sim 300$ К происходит разрыв Н-связей за счет энергии $kT \approx 2 \cdot 10^{-2}$ эВ, т.е. молекулы воды постоянно переходят из свободного состояния в состав комплекса вода-белок и обратно. Резонансное поглощение молекулой свободной воды кванта энергии КВЧ $h\nu \approx 3 \cdot 10^{-4}$ эВ приводит к повышению ее энергии на время либрационно возбужденного состояния на величину, эквивалентную повышению ее энергии при повышении температуры на $\Delta T = \frac{h\nu}{k} \approx 3$ К. Избирательно энергезированные КВЧ молекулы свободной воды будут с меньшей вероятностью образовывать водородную связь, в результате уменьшится количество Н-связей вода-белок, что может привести к изменению конформации белка. Приведенные оценки находятся в соответствии с результатами экспериментальной работы [2] . Следует заметить, что в отличие от тривиального нагрева, КВЧ излучение не только избирательно энергезирует молекулы свободной воды, но и, вероятно, изменяет стохастическую вариабельность водной среды, а, как известно, шумовой процесс может приводить к возникновению фазовых переходов в химических системах.

Исходя из того, что времена оборота АТФ-синтетаз лежат в ММ диапазоне, можно ожидать, что при соответствующих частотах АМ модуляции КВЧ излучения может наблюдаться усиление биологического действия КВЧ. Кроме этого, высказанное предположение о сопряжении биологического действия КВЧ с изменением стохастической вариабельности водной среды также позволяет полагать, что при шумовом КВЧ воздействии будет наблюдаться усиление биологического эффекта.

I. Петров И.Ю., Бецкий О.В. ДАН.-1989.- Т.305, № 2. -С.474-476.
2. Ченская Т.Б., Петров И.Ю. ЖФХ.-1989.-Т.LXIII,в.5.-С.1406-1408.

ВЛИЯНИЕ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ В СИСТЕМАХ ВОДА-ОСНОВАНИЕ

Т.Б.Ченская, И.Ю.Петров

В связи с обнаруженным Майрановским, Путвинским, Полниковым и др. ускорением реакции протонирования пиридина в воде под действием миллиметрового излучения (ММИ) представляло интерес изучить влияние ММИ на химическое равновесие в системе вода-основание, растворенной в инертном растворителе CCl_4 . За состоянием равновесия следили по величине интегральной интенсивности (А) полосы валентного колебания ν_{OH} воды, связанной водородной связью с пиридином или диметилсульфоксидом, в ИК спектрах, измеренных без облучения и с облучением ММИ длиной волны 8,6 мм, мощностью от 3 до 15 мВт/см^2. Сравнение полученных данных с результатами изучения температурной зависимости А позволило заключить, что ММИ вызывает такое смещение равновесия в сторону образования молекул свободной воды, какое вызывает разогрев всей системы на 4-5°, однако повышения температуры при этом не наблюдается. Обнаруженный эффект объясняется избирательной энергизацией молекул воды, так как поглощение остальных компонентов системы мало. Высказано предположение о возможности влияния ММИ на конформацию белковых молекул, которая определяется состоянием водородных связей.

РЕЗОНАНСНАЯ РАСКАЧКА КВЧ ИЗЛУЧЕНИЕМ ПОЛЯРНЫХ МОЛЕКУЛ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

В.И.Гайдук, Б.М.Цейтлин

Обсуждается возможный инициирующий механизм необратимых изменений в биологических молекулах под влиянием воздействия излучения мм диапазона. Подвижные диполи, например молекулы воды, окружающие биомембрану, могут ориентироваться в ее сильном электростатическом поле E_0 . При этом относительно направления $\vec{E}_0$ происходят периодические колебания диполя $\vec{\mu}$, частота Ω_L которых зависит от E_0 и от момента инерции молекулы. Идея работы состоит в том, что слабое ММ излучение частоты ω в условиях резонанса ($\omega \sim \Omega_L$) может вызвать раскачку (периодическое изменение амплитуды угловых смещений диполя $\vec{\mu}$ относительно вектора $\vec{E}_0$) этих колебаний. Этот механизм эффективен и в том случае, когда величина поглощения, обусловленного диполями, мала. Например, оценки показывают, что можно достичь заметной раскачки долгоживущих молекул связанной воды, хотя в ММ диапазоне волн величина поглощения, обусловленного этими молекулами, мала.

В докладе рассмотрена плоская задача. В зависимости от величины полной энергии диполи совершают либрации с частотой Ω_L (фракция L) либо заторможенное вращение с частотой Ω_R (фракция R). Найдены функции распределения диполей по частотам Ω_L и Ω_R , определена доля $r(E_0)$ либраторов. С помощью метода усреднения решена нелинейная задача взаимодействия либраторов с периодическим излучением $E(t) = E_m \sin \omega t$ ($E_m \ll E_0$) и найдена максимальная величина раскачки для нескольких вариантов условий облучения.

ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОПЕРАТОРОВ И БИООБЪЕКТОВ В ММ И ДРУГИХ ДИАПАЗОНАХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В.Н.Волченко, Н.Д.Колбун

Фундаментальные исследования школы акад. Н.Д.Девяткова позволили закрепить представления о важной роли слабых нетепловых взаимодействий в природе. К таким, энергоинформационным взаимодействиям следует, видимо, отнести дистанционные взаимодействия людей-операторов между собой и другими биообъектами. В международной литературе подобные направления часто называют экстрасенсорикой.

Первые предварительные исследования с экстрасенсами велись еще в 30-40 годы. Интересные работы были в последние I0-20 лет проведены в ИРЭ акад. Ю.Б.Кобзаревым, акад. Ю.В.Гуляевым и д.ф.-м.н. Э.Э.Годиком.

Существенно новые сведения даны в работах ЛИТМО-МВТУ по замерам полей операторов-экстрасенсов в экстремальных условиях: магнитные, электромагнитные, "лазерные", акустические и другие эффекты оказались у экстрасенсов на порядок значительнее, чем у обычных людей, и отличались импульсностью.

Весьма интересными оказались эффекты совпадения характера отклика преципиента при слабом воздействии на него ЭМИ ММ диапазона и воздействии экстрасенса. Отметим, что большинство феноменов энергоинформационной связи носило не случайный характер, а было подтверждено многократными статистически представительными опытами. Указанные результаты должны послужить основой к более широкому и тщательному изучению указанных феноменов и к постановке вопроса об отношении к истинным сенситивам как к национальному достоянию державы. Разработана предварительная методика оценки степени и характера сенситивности операторов.

СКОРОСТЬ ГЕНЕРАЦИИ ЭНТРОПИИ – ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Ю.П.Чукова

При поглощении радиоизлучения биообъектом протекает целый ряд процессов, в том числе процессы с возрастанием свободной энергии (эндоэргические) и с убылью свободной энергии (экзоэргические). В изотермических условиях процессы обоих типов имеют очень резкую зависимость КПД от поглощенной мощности излучения.

Измеряемая в эксперименте пороговая мощность определяет границу, разделяющую эндоэргические и экзоэргические процессы. В термодинамическом пределе положение границы зависит только от частоты ЭМИ и температуры биообъекта. Для реальных процессов оно зависит еще и от скорости генерации энтропии вследствие необратимости протекающих процессов $\dot{S}_i$. Как показывают экспериментальные данные, $\dot{S}_i$ может изменяться от объекта к объекту очень сильно и зависит от характеристик самого биообъекта и от условий его обмена веществом с окружающей средой. Широкий диапазон изменения $\dot{S}_i$ в случае СВЧ экспериментов с ансамблем микроорганизмов может привести к нулевому результирующему эффекту вследствие усреднения по ансамблю величины КПД самой системой при строго определенных внешних условиях.

Если микроорганизмы ансамбля синхронизованы, то это обеспечивает близость значений $\dot{S}_i$, и результирующий КПД будет отличен от нуля. По этой причине один и тот же биологический эксперимент, например синтез колицина или ламбда профага кишечной палочкой, то воспроизводится, то нет даже у одних и тех же исследователей. В этом аспекте медицинский эксперимент по сравнению с биологическим находится в более выигрышных условиях, так как в нем отсутствует эффект усреднения по ансамблю. Поэтому лечебные эффекты мм излучения гораздо лучше выражены и более легко воспроизводимы.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ КОЖЕЙ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ УВЛАЖНЕННОГО КОЛЛАГЕНА

Т.А.Новскова, В.И.Гайдук

Разработана упрощенная четырехфракционная модель молекулярного движения воды, содержащейся в коллагене. В модели рассмотрены две фракции $B1$ и $B2$ связанной воды и две фракции L и R объемной воды. Построены спектры $\varepsilon^* = \varepsilon'(\nu) + i\varepsilon''(\nu)$ действительной (ε') и мнимой (ε'') компонент комплексной диэлектрической проницаемости ε^* и спектры $\alpha(\nu)$ коэффициента поглощения. Эти спектры объясняют известные экспериментальные данные для кожи (С.Машимо и др., 1987) и предсказывают ход диэлектрических спектров во всей области ориентационной поляризации воды ($0 < \nu < 1000$ см$^{-1}$). Найдены соответствующие спектральные зависимости $\varepsilon^*(\nu)$, $\alpha(\nu)$ для каждой из четырех фракций воды.

Основной фибриллярный белок кожи (содержание $\sim 70\%$) – коллаген – связывает примерно 64% всей воды, содержащейся в коже; гидратный слой других белков кожи обладает сходными диэлектрическими свойствами. Поэтому авторы предполагают, что результаты расчета для увлажненного коллагена могут быть использованы для оценки диэлектрических характеристик кожи.

В трех фракциях ($B1$, $B2$, L) с помощью модели ограниченных ротаторов рассматриваются вращательные качания (либрации) диполя, происходящие в прямоугольной потенциальной яме, а в четвертой фракции (R), моделирующей молекулы с ослабленными водородными связями, – вращения, прерываемые соударениями.

Диэлектрический спектр увлажненного коллагена (кожи) существенно отличен от спектра жидкой воды. Например, в 8-мм диапазоне поглощение жидкой воды составляет ~ 22 дБ/мм, а поглощение кожи всего 9 дБ/мм; с укорочением длины волны это различие возрастает. Благодаря этому в коже излучение проникает на большую глубину, чем в воде. Предсказываемый спектр поглощения кожи $\alpha(\nu)$ – одногорбый, не содержит характерного для воды максимума на частоте $\nu_R \sim 200$ см$^{-1}$, обусловленного молекулами фракции R (доля дефектов r уменьшается до $\sim 3\%$ по сравнению с $\sim 10\%$ в жидкой воде).

ПРОХОЖДЕНИЕ ПЛОСКОЙ ВОЛНЫ КВЧ ДИАПАЗОНА В КОЖУ

Г.Т.Буткус

Исследуется частотная зависимость распределения внутреннего поля в трехслойной структуре, имитирующей кожу, жировую и мышечную ткани, когда на нее падает плоская волна. Приводятся результаты расчетов при разных толщинах слоев в диапазоне частот 10–140 ГГц. Диэлектрические параметры кожи, необходимые для расчета, определены экспериментально по структуре поля отраженной волны. Параметры жировой ткани взяты из литературных источников.

Результаты расчетов сравниваются с результатами измерений на модельных структурах. Показана зависимость распределения внутреннего поля от формы падающей волны (плоская волна, ограниченный пучок).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСПЕРСИИ И ПОГЛОЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН В КОЖЕ

Ю.П.Калмыков

Особенности дисперсии и поглощения мм излучения в коже определяется ее строением: слоистой структурой и большим содержанием воды ($\sim$ 60%).

В качестве модели кожи рассматривается плоскослоистая структура (слои толщиной h_m с комплексной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon_m^*(\omega)$), состоящая из четырех слоев. Первый слой моделирует слои кожи с низким содержанием воды (роговой, зернистый и блестящий слои эпидермиса). Второй и третий слои моделируют высоководосодержащие слои эпидермиса и дермы и подкожной жировой клетчатки соответственно. Четвертая, полубесконечная среда характеризует мышечную ткань. Амплитуды диэлектрической дисперсии в m -ом слое предполагались пропорциональными процентному содержанию воды N_m .

Расчеты спектров коэффициентов прохождения и отражения показали, что их абсолютные величины определяются, главным образом, значением диэлектрической проницаемости $\varepsilon_2^*(\omega)$ второго слоя, практически не зависят от толщины слабопоглощающего первого слоя и слабо зависят от толщины подкожной жировой клетчатки (слой 3). Например, при изменении толщины h_3 в три раза величина коэффициента отражения от первого слоя меняется на $\sim$ 20%. Вследствие сильного поглощения мм излучения в дерме (слой 2) и в подкожной жировой клетчатке интерференционных эффектов при моделировании обнаружено не было. Средний (по толщине) коэффициент поглощения мм излучения в коже примерно в 2 раза меньше, чем в чистой воде при той же температуре.

КОЖА И МИЛЛИМЕТРОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

О.В.Бецкий, С.А.Ильина

Кожа - ключевой объект в проблеме изучения физических механизмов воздействия ММ волн на живой организм.

Наблюдаемые нетепловые эффекты ММ излучения на уровне живого организма могут быть обусловлены прямым действием электромагнитных волн на некоторые мембранные структуры, локализованные в поверхностных слоях кожи. Такими мембранными структурами могут быть цитоплазматические мембраны эритроцитов, циркулирующих в капиллярном русле в поверхностных слоях кожи. Изменение барьерных свойств мембран эритроцитов может привести к изменению ряда физиологических процессов в организме.

Другим объяснением биоэффектов ММ излучения на уровне живого организма может быть прямое действие данного излучения на мембраны специализированных рецепторных структур, также расположенных в поверхностных слоях кожи. Данное предположение может представлять интерес в плане объяснения порогового характера нетепловых биоэффектов ММ излучения. Действительно, в отношении большинства физических факторов внешней среды рецепторы обнаруживают пороговое поведение при линейном возрастании интенсивности внешнего стимула.

Первичной мишенью ММ излучения, воспринимающей энергию электромагнитного поля, которая затем передается на регуляторный аппарат, являются молекулы воды. Именно они в верхних слоях кожи не образуют сплошной водной фазы, а находятся в виде "диспергированной газовой фазы (влажная атмосфера)". Молекулы воды, диспергированные в коже и в надкожном микрослое, расположенные вблизи слабогидратированных рецепторов белковой природы в липидных мембранах, могут запускать элементы регуляторных систем в коже. Возбуждение этих систем может служить пусковым механизмом физиологических процессов, инициируемых ММ излучением.

ВОСПРИЯТИЕ ЧЕЛОВЕКОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ММ ДИАПАЗОНА

Н.Н.Лебедева, Ю.А.Холодов

При исследовании восприятия электромагнитных полей (ЭМП) изучаются три типа ощущений: магнитофосфен, "радиозвук" и специфические тактильные ощущения в месте воздействия различных ЭМП. Мы изучали ощущения третьего типа, используя метод сенсорной индикации (Холодов, 1976).

Воздействовали на тыльную сторону кисти правой руки ЭМП частотой 37,6 ГГц и ППМ I5 мВт/см^2. Управляющее устройство осуществляло дозированную во времени подачу ЭМП сигналов и ложные предъявления по случайному закону с равномерным распределением. Для оценки ЭМ чувствительности использовали показатели прочности реакции ПрР (отношение числа правильно расположенных проб к общему числу ЭМП-сигналов) и уровня ложных тревог УрЛТ (отношение числа утвердительных ответов к общему числу пустых проб).

По показателям ПрР и УрЛТ испытуемые разделились на две неравные группы: I группа (3 чел.) характеризовалась хорошим распознаванием ЭМП, различия ПрР и УрЛТ в динамике всей серии были достоверны по критерию Манна-Уитни (p = 0,0I) со средними значениями 67,7+6,4 и 36,6+9,3% соответственно; II группа (7 чел.) достоверно не отличала ЭМП от пустой пробы, средние значения ПрР и УрЛТ составили соответственно 53,5+8,9 и 5I,3+9,3%. Анализ распределения латентного периода истинных реакций и ложных тревог показал, что оно в обоих случаях мономодально. Среднее значение латентного периода составило 46,I+5,8 с. Анализ экспериментальных данных позволяет утверждать, что человек способен воспринимать ЭМП мм диапазона на уровне ощущений. Модальность ощущений свидетельствует об участии в рецепции ЭМП кожного анализатора. Анализ латентного периода свидетельствует о наличии у человека медленной системы начального реагирования с временем реакции 40-60 с.

НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЙ КВЧ-ФАКТОР И РЕГУЛЯЦИЯ БИОСИСТЕМЫ

И.А.Веселаго, М.З.Левина

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что популяционные взаимодействия составляют основу любой биосистемы. Клетки, ткани, органы находятся в жидкостной среде, которая является продуктом и сферой метаболитного обмена. В своих работах мы показали, что гуморальные взаимосвязи обеспечивают образование популяций, их интегративную целостность и повышают устойчивость относительно отдельных клеток и их конгломератов. Они составляют основу формообразования системы, ее структурно-функциональных перестроек. Воздействия, инициирующие создание популяции (отбор резистентных особей, формирование гуморальной среды и устойчивого функционирования), являются системно-специфическими. Они обеспечивают перестройки в пределах нормы реагирования популяции. При системных воздействиях каждая клетка способна функционировать лишь подчиняясь изменениям метаболитной среды. Это обеспечивает единую реакцию системы на воздействие. Для несистемного воздействия популяция выступает как конгломерат клеток, в котором отсутствуют повышающие ее устойчивость системные закономерности. Клетки высвобождаются из "замка корреляций", что может привести либо к их гибели, либо к повышению активности. Эти изменения сказываются на устойчивости всей популяции в целом. КВЧ излучение - несистемный фактор, приводящий к нарушению системообразующей роли гуморальной среды и, как следствие, к изменению функционирования отдельных клеток. Нами теоретически обосновано и экспериментально подтверждено положение о том, что системно-неспецифические воздействия КВЧ излучения на определенном этапе развития биосистемы позволяют регулировать ее функционирование, в частности, при токсических системно-специфических воздействиях.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЕТКАМИ КОГЕРЕНТНЫХ ВОЛН ДЛЯ ОБРАЗНОГО ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ О ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ НАРУШЕНИЯХ; РАДИОФИЗИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ПЕРЕДАВАЕМАЯ ОТ ОДНИХ АВТОНОМНО ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ КЛЕТОК ДРУГИМ ПРИ ДИСТАНЦИОННОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ НИМИ

М.Б.Голант, П.В.Поручиков

Система управления такой сложной системой как живой организм должна быть приспособленной для быстрой обработки огромного объема информации. Наиболее эффективным с этой точки зрения является образное восприятие информации о произошедших нарушениях и использование образа для устранения нарушений. Относительно хорошо изучено образное восприятие информации человеческим мозгом, в который поступают данные от органов чувств. Клетка также воспринимает информацию, создавая образ нарушения, который затем используется для его устранения. Образ кодируется в частоте генерируемых колебаний, их амплитуде и распределении амплитуды по поверхности клеточных мембран. Образное восприятие информации и различных нарушений обеспечивает необычно широкий спектр биологического действия ЭМИ. В системе автономно функционирующих клеток информация вовне клетки передается лишь одним из перечисленных параметров, в которых закодирован образ нарушения - частотой колебаний. В случае кооперированного функционирования клеток в ансамбле основную роль начинают играть силы близкодействия, и взаимодействие становится более комплексным.

ОБЛАСТЬ ЧАСТОТ ЭФФЕКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ, НАПРАВЛЕННОГО НА УСТРАНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ

Г.П.Божанова, М.Б.Голант, В.А.Кичаев, Т.Б.Реброва, Е.Н.Балибалова

КВЧ воздействия на здоровый нормально функционирующий организм текущего функционирования не изменяют, но влияют на биоритмы. Если после этих воздействий нарушить какую-нибудь (не интегральную) функцию организма, то степень нарушения будет острорезонансно зависеть от частоты исходного КВЧ воздействия. Если, наоборот, сначала нарушить какую-либо из функций организма, а затем предоставить ему некоторое время, необходимое для построения на мембранах белковой подструктуры, но так, чтобы степень достроенности этой подструктуры была недостаточной для устранения нарушения, то результат последующего КВЧ воздействия будет зависеть как от его частоты, так и от степени достроенности подструктуры. Чем больше степень достроенности, тем шире полоса частот эффективных воздействий. Физическая природа указанного явления подобна природе явлений, обуславливающих возможность наращивания кристалла на близкой ему по характеру решетке другого кристалла.

При малой величине разности частот, соответствующих исходному нарушению и последующему КВЧ воздействию, время, необходимое для достижения биологического эффекта, мало отличается от времени, необходимого для достройки подструктуры. При большой же разности указанных частот время, необходимое для достижения биологического эффекта, резко возрастает. Это может объяснить, почему при близких по своей природе заболеваниях (например, при черной оспе и при оспе крупного рогатого скота) одно из них может иммунизировать организм против другого. При далеких по своей природе заболеваниях одно из них осложняет протекание другого.

ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ КВЧ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ ФОРСИРОВАНИЯ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ АДАПТИВНОМ РОСТЕ

М.Б.Голант

Обсуждая возможность использования КВЧ излучений малой интенсивности в медицине и биологии, до настоящего времени останавливались почти исключительно на их управляющем действии – на возможности повысить эффективность и сократить длительность процессов устранения произошедших в организме нарушений нормального функционирования за счет времени, затрачиваемого на организацию управления. Однако в случаях, когда организм ослаблен и не имеет достаточных резервов, которые можно было бы мобилизовать, длительность второй части процесса, связанной с внутриорганизменной энергетикой, недопустимо затягивается. Например, в пожилом возрасте, когда снижается степень когерентности генерируемых клетками волн и вследствие этого резко падает эффективность усвоения поступающих в организм веществ и энергии, репаративные процессы протекают вяло. Действие ЭМИ позволяет, по-видимому, ускорить усвоение поступающих в организм веществ и энергии лишь при специальном их подборе в соответствии со спектральными характеристиками в КВЧ диапазоне. Можно ожидать, что взаимоувязанное использование КВЧ радиоэлектроники как для организации управления, так и для КВЧ спектрального анализа, подбора и синтеза поступающих в организм веществ по мере роста изученности сопряженных с этим явлений и технологий будет оказывать все большее влияние на совершенствование КВЧ терапии и биологии.

ж) Работа выполнена совместно с Савостьяновой Н.А.

О КРИТЕРИИ РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ ЗНАЧЕНИЯМИ "ДОТЕПЛОВОЙ" И "ТЕПЛОВОЙ" ИНТЕНСИВНОСТЕЙ ЭМИ ММ ДИАПАЗОНА В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТАХ

Б.Г.Емец

Указывается на критериальные трудности при определении граничного значения между так называемыми "дотепловой" и "тепловой" интенсивностями электромагнитного излучения миллиметрового диапазона в биологических эффектах.

Приводятся данные (получены методом ядерного магнитного резонанса) по изменению времени диффузионного водного обмена через эритроцитарные мембраны, обусловленному прогреванием эритроцитов тепловыми источниками с последующим охлаждением к исходной температуре. Отмечается необратимость изменения времени обмена, тогда как в случае воздействия электромагнитным излучением миллиметрового диапазона небольшой интенсивности наблюдается восстановление значения времени обмена к исходной величине. Этот результат согласуется с предложенной в ИРЭ АН СССР концепцией изменения толщины примембранного слоя жидкости за счет микроконвекции, обусловленной электромагнитным облучением миллиметровыми волнами. При повышении интенсивности электромагнитного излучения миллиметрового диапазона более некоторой граничной величины, изменения времени водного диффузионного обмена через биомембрану становятся необратимыми, как и при тепловом нагреве.

Сформулированы рекомендации по указанному признаку необратимости различать "дотепловое" и "тепловое" значения интенсивностей электромагнитного излучения миллиметрового диапазона.

НЕКОТОРЫЕ МЕХАНИЗМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.Ф.Лещинский, С.А.Коробов

Известно, что низкоинтенсивное миллиметровое излучение (НМИ) не вызывает нагрева тканей и практически не изменяет интегральной температуры тела. В то же время нами были зарегистрированы и классифицированы как рефлекторные небольшие сдвиги температуры кожи ($T_к$) в зоне воздействия НМИ и в отдаленной области. Для выяснения природы этих сдвигов мы исследовали роль кожных рецепторов в развитии реакции и сопоставили действие НМИ и фактора с выраженными свойствами теплоносителя (аппликации нагретой до 42^{о}С лечебной грязи).

Воздействию НМИ (53,6 ГГц, 4 мВт/см^2, 20 мин) подвергали крыс Вистар, у которых измеряли $T_к$ в зоне облучения (эпигастрий или затылок) и в отдаленной точке (поясничная область), а также температуру ядра ($T_я$) в прямой кишке. Роль кожной рецепции изучали с помощью предшествовавшей воздействию новокаинизации (2% р-р) кожи в зоне облучения.

Результаты показали, что НМИ в среднем вызывает достоверное повышение (на 0,6–0,9^{о}С) $T_к$ как в зоне воздействия, так и в отдаленной области с некоторым запаздыванием по отношению к появлению сдвига в зоне облучения (при отсутствии значимых изменений $T_я$). Повышение температуры полностью предотвращалось проведением предварительной новокаинизации кожи.

При грязевых аппликациях $T_к$ в зоне воздействия также повышалась, но при этом снижалась $T_я$ и резко возрастала $T_к$ в области хвоста – органа теплоотдачи у грызунов, чего никогда не наблюдалось при действии НМИ.

Таким образом, повышение $T_к$ при воздействии НМИ можно рассматривать в большой мере как следствие рефлекторной реакции кожных кровеносных сосудов.

ОБРАЗОВАНИЕ ГРАДИЕНТОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ БИООБЪЕКТОВ МИЛЛИМЕТРОВЫМИ ВОЛНАМИ

К.К.Микалаускас

Работа выполнена с целью исследования пространственного распределения температуры и напряженности электрического поля в жидких средах.

С помощью миниатюрных зондов получены детализированные картины пространственного распределения напряженности электрического поля и температуры. Сравнение распределений температур показывает неодинаковый прирост температуры по вертикальному направлению от облучателя при облучении снизу и сверху, что свидетельствует о присутствии конвекции. В этом случае важными становятся пространственно-временные параметры тепловыделения, которые определяют направление термоконвективных потоков. Кинетическая картина нагрева показывает, как устанавливается пространственный температурный градиент при разных способах облучения и какие изменения происходят при внесении препарата в пространство облучения.

Обнаружено существенное различие поглощения в растворе при помещении в зону облучения живого и неживого препарата мышцы сердца лягушки. Такое различие требует дальнейшего изучения анизотропии диэлектрических свойств биологических тканей и распределения электрического поля в них.

Экспериментально показана связь между изменением силы сокращения мышцы [I] и явлением термоконвекции. Полученные данные распределения электромагнитного поля и температуры следует учитывать при объяснении механизмов воздействия электромагнитного излучения на биологические объекты.

Литература

I. Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине (под ред. Девяткова Н.Д.): Сб. – М.: ИРЭ АН СССР, 1985.

ФИЗИЧЕСКАЯ ПЛАЗМА В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А.И.Рогашкова

Возможность существования физической плазмы в биологических структурах обсуждается главным образом в работах Зона, Седлока, Иноюшина и др. Гипотеза Зона основывается на экспериментальных фактах о резонансном поглощении микроволнового излучения живыми системами. Хотя в ряде работ эти эффекты объясняются в рамках модели Бозе-конденсации и сверхпроводимости. Авторы полагают, что ряд экспериментальных данных можно понять, если сделать предположение о существовании физической плазмы в биологическом материале. Предполагается, что плазма играет определенную физиологическую роль. В частности, выдвигается гипотеза о том, что плазма может координировать физиологические функции на субмолекулярном уровне. Предполагается также, что СВЧ излучение, которое существует в природе, может поддерживать либо подавлять плазменные колебания, таким образом стимулируя или подавляя некоторые биологические функции. Делаются оценки некоторых важных параметров физической плазмы в биологической структуре.

На основании проведенных расчетов делается вывод о весьма вероятном "плазменном механизме" поглощения СВЧ волн живыми структурами.

ПАКЕТ ПРОГРАММ ДЛЯ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ С ОРГАНИЧЕСКИМИ МОЛЕКУЛЯРНЫМИ СТРУКТУРАМИ

И.А.Балабин

Существующие в настоящее время генераторы на релятивистских электронных потоках (РЭП) позволяют получать импульсы СВЧ излучения с плотностью потока мощности $I \sim 10^4 - 10^5$ Вт/см^2, что соответствует напряженности электрического поля $E_{em} \sim 10^4 - 10^5$ В/см, и длительностью τ десятки наносекунд. Указанные значения E_{em} приближаются по порядку величины к характерным напряженностям внутримолекулярных электрических полей. В связи с этим можно ожидать нелинейных эффектов при взаимодействии наносекундных СВЧ импульсов с молекулярными структурами [1]. Для исследования таких эффектов был создан и отлажен на ПЭВМ пакет программ, использующий квантово-химические методы расчета. Пакет программ позволяет рассчитывать ряд характеристик молекулярных структур непосредственно при воздействии внешнего электрического поля (ЭП): равновесную геометрию (длины связей (± 0.03 Å), валентные (± 2°) и двугранные (± 5°) углы), эффективные заряды на атомах (± 0.02 e), дипольный момент структуры (± 0.2 D), уровни энергии электронов (± 0.3 эВ).

Для расчета геометрии структуры и распределения зарядов использовался метод CNDO/2 (полное пренебрежение дифференциальным перекрыванием), оптимизация геометрии производилась по методу Ньютона-Рафсона с учетом только диагональных членов. Для расчета электронных уровней использовался метод CNDO/S. Воздействие внешнего ЭП учитывалось путем введения членов взаимодействия в диагональные элементы фокиана и включением в полную энергию молекулы члена $(\vec{\mu} \cdot \vec{E})$.

Литература

1. Девятков Н.Д., Кислов В.В., Чернов З.С. Нелинейные эффекты при воздействии низкоэнергетического миллиметрового излучения на биологические объекты. Препринт № 6(481).- М.: ИРЭ АН СССР.- 1988.

V. КВЧ ДИАГНОСТИКА И ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ



МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗОНАНСНЫХ ЧАСТОТ ПРИ КВЧ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

М.Б.Голант

Хотя наличие острых резонансов было зафиксировано уже на первых этапах исследования влияния КВЧ излучений малой интенсивности на живые организмы, обнаружение и воспроизведение этих резонансов и в настоящее время затрудняет многих исследователей. С чем это связано?

Ряд экспериментаторов вследствие разбросанности и скудости публикаций недостаточно знакомы с теорией КВЧ воздействий на живые организмы и происходящих в них радиофизических процессах. При постановке измерений они не учитывают необходимости разработки их методики с учетом как исходного состояния организма, так и характера изменений, происходящих в нем под влиянием КВЧ воздействий в течение длительного времени и зависящих от интенсивности излучений и от состояния организма.

Значительные трудности определяются также малой интенсивностью генерируемых клетками когерентных волн и связанной с этим большой трудоемкостью и длительностью измерений.

В докладе анализируются указанные вопросы.

СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА КВЧ ТЕРАПИИ

М.В.Теппоне, В.С.Щеглов, А.А.Симакова

При проведении крайне высокочастотной терапии (КВЧ) с индивидуальным подбором частоты ориентируются на ощущения, возникающие у пациента в ответ на воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ). При этом объективный контроль за состоянием больного с использованием электрофизических методов, включая ЭКГ, ЭЭГ и др., до настоящего времени не нашел широкого распространения.

Согласно положениям традиционной китайской медицины, состояние органов обусловлено "энергетическим" состоянием соответствующего канала, что можно оценить по биофизическим параметрам точек акупунктуры (ТА). Достаточно информативным, простым и удобным для наблюдения параметром является температура в зоне ТА. Процедура наблюдения динамики температуры с использованием точечных термодиодов не сопровождается активным воздействием на исследуемые зоны и организм в целом.

Перед проведением процедуры поиска частоты измеряется температура в зонах ТА тех каналов, с нарушением которых связано заболевание пациента. При выявлении температурных нарушений в виде температурной асимметрии, температурного градиента в зоне соответствующих ТА фиксируются термодатчики. Частота ЭМИ, воздействие которой сопровождается устранением или уменьшением исходных температурных нарушений, рассматривалась нами как индивидуальная лечебная. Данный способ контроля состояния органов и систем позволяет выбирать частоту, мощность ЭМИ и зону воздействия.

Данный способ позволяет та..же изучать механизм действия ЭМИ миллиметрового диапазона как при изолированном его применении, так и в сочетании с другими дополнительными факторами воздействия.

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ТОЧЕК

В.И.Лозяной, А.Ю.Кошев, А.Е.Кушнир, Д.В.Прудкий

Для более детального и достоверного съема информации с биологически активных точек (БАТ) наряду с анализом традиционных параметров (например, импеданса, температуры и постоянного потенциала) значительный интерес представляет анализ электрических сигналов БАТ в инфранизкочастотной области с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ). Особый интерес представляет анализ слабых сигналов, информационные параметры которых сравнимы с уровнями шумов.

Для анализа низкочастотных сигналов БАТ использовались специально разработанные миниатюрные датчики – первичные преобразователи, согласованные с комплектом малошумящих усилителей и позволяющие анализировать сигналы БАТ порядка единиц нановольт в диапазоне частот от 0,125 до 20000,0 Гц. Анализ усиленных сигналов проводился с помощью информационно-измерительной системы, позволяющей наряду с использованием БПФ в реальном масштабе времени проводить накопление и статистический анализ суммы и разности спектров.

Анализ низкочастотных спектров БАТ до воздействия на них, при стандартных воздействиях (массаж, прижигание и т.п.) и при воздействии электромагнитным излучением низкой интенсивности миллиметрового диапазона позволяет сделать вывод о явной соответствующей корреляции изучаемых спектров сигналов с определенным состоянием БАТ.

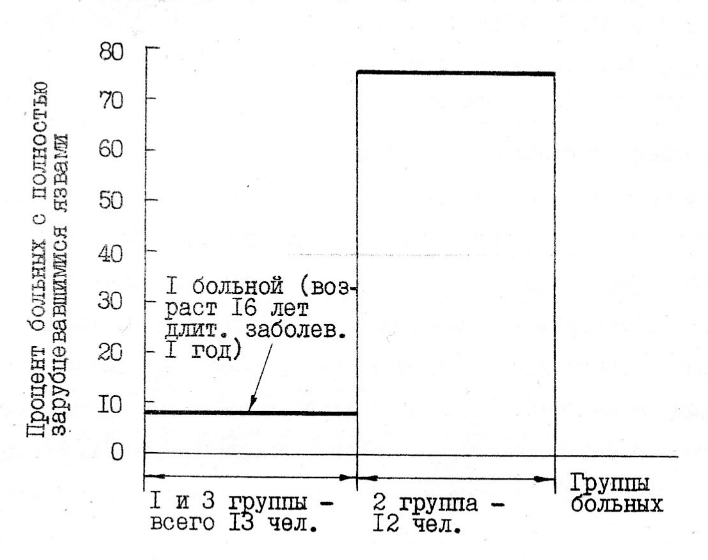
Полученные результаты могут быть использованы для диагностики физиологического состояния человеческого организма как на стадии обследования, так и в процессе лечения.

ОБ ОДНОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ МЕТОДИЧЕСКОЙ ОШИБКЕ, ВСТРЕЧАЮЩЕЙСЯ ПРИ ПРОВЕРКЕ НОВЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ

М.Б.Голант

В [I] помещено краткое сообщение о результатах проверки метода лечения язв желудка и I2-перстной кишки с помощью КВЧ терапевтических установок "Явь-I". Указанная проверка проводилась по методике, отличающейся от изложенной в методических рекомендациях и не согласованной с их авторами, что, естественно, привело к значительному снижению эффективности лечения. Существо ошибок, совершенных при проверке и связанных с незнанием физических процессов, происходящих в организме при КВЧ воздействиях, подробно анализируется в отдельных публикациях. В докладе же обсуждается ошибка, допущенная в [I] при анализе результатов. Сущность ошибки иллюстрируется ниже наглядными графиками. Проверка по настоянию разработчиков проводилась в три этапа. На каждом из этапов обследовалась группа больных, часть которых должна была получать лечение, другая часть – плацебо. Результаты по группам (не сообщенные в [I]) приведены на графиках. Отображаемое ими качественное различие результатов по группам квалифицируется теорией вероятностей как говорящее о достоверной ошибочности проведенных исследований [2]. Игнорируя несопоставимость полученных данных, авторы [I] проводят недопустимое в этом случае арифметическое усреднение и расценивают его как результат проверки (~40% случаев полного рубцевания как при лечении, так и при получении плацебо). Данные [I] противоположны истинным и дезинформируют читателей (в действительности было получено ~60% случаев полного рубцевания при лечении и лишь менее I0% полного рубцевания при получении плацебо). Исключительная эффективность метода проявилась даже при неправильном применении.

I. Серебряков С.Н., Довганюк А.П. Вопросы курортологии.- I989, № 4.- С.37-38.
2. Борель Э. Вероятность и достоверность.- М.: Наука.- I969.- II0 с.



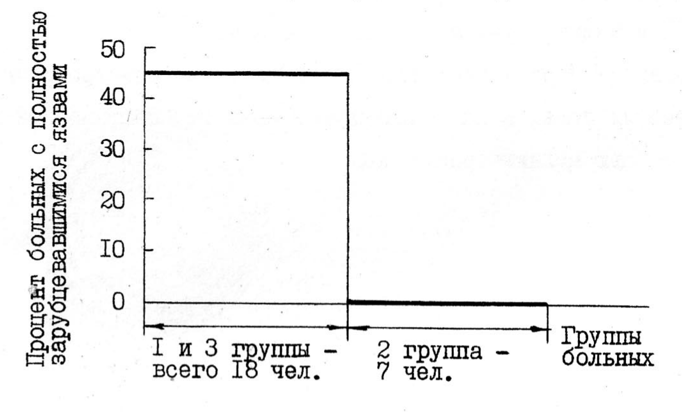


Рис.I. Реальные данные больных по группам, полученные в ходе проверки

ОСОБЕННОСТИ ЧАСТОТНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ ОТ ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В ДИАПАЗОНЕ ММ ВОЛН

Н.П.Диденко, В.И.Зеленцов, А.М.Кречмер, В.В.Кулешов, В.М.Перельмутер, В.И.Перфильев, В.А.Ча

Проведено измерение радиофизических характеристик поверхностных слоев тела человека с помощью векторного СВЧ рефлектометра. Предварительные результаты сводятся к следующему. Во-первых, уровень коэффициента отражения и, соответственно, поглощения сильно варьирует по поверхности тела. Во-вторых, частотная зависимость коэффициента отражения в каждой точке поверхности тела существенно индивидуальна, так что профиль этой зависимости может служить неким "паспортом" пациента. В-третьих, имеется ряд резонансных частот, на которых величина коэффициента отражения существенно выше или ниже среднего уровня. Ширина этих резонансов не превышает IO МГц. В-четвертых, в ряду этих резонансных частот имеется несколько "глобальных", т.е. наблюдаемых у всех испытуемых, с той особенностью, что точное положение резонансной линии варьирует от индивидуума к индивидууму в пределах 200 МГц.

Обсуждаются перспективы использования таких спектрограмм в диагностических целях и для индивидуализации терапевтической процедуры с помощью миллиметровых волн.

VI. МИЛЛИМЕТРОВАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ, ДИЭЛЕКТРОМЕТРИЯ



ПОГЛОЩЕНИЕ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ СВОБОДНОЙ И СВЯЗАННОЙ ВОДОЙ В ТВЕРДЫХ ПРЕПАРАТАХ БЕЛКОВ И МОДЕЛЬНЫХ АДСОРБЕНТОВ

Н.Д.Ниссенбаум, Т.Л.Перепечкина, Ю.И.Хургин, В.И.Якерсон

Наличие воды в биологических объектах служит объяснением того, что внешнее КВЧ излучение полностью поглощается приповерхностными слоями клеток, органов и тканей. Однако значительная часть воды прочно (с временем жизни < I0 пс) удерживается биологическими мембранами и, в основном, белками – ~0,3 г H_2O на I г сухого веса биополимера. Наиболее прочно удерживается до 0,075 г/г – гидратная оболочка белков неоднородна.

Нами изучена зависимость поглощения водой КВЧ излучения (6,I5 мм) от ее количества в твердых, аморфных пористых телах – минеральных адсорбентах (силикагель, AI_2O_3, цеолиты) и в модельном белке – казеине. Измерения проводили на установке волноводного типа, включающей источник излучения (ЛОВ), волномер, аттенюаторы щелевого и поляризационного типов и полупроводниковый детектор излучения. В измерительный отрезок волновода помещали кварцевый капилляр ($\phi_{внутр}$ = I мм) с образцом. Жидкую воду вводили порциями по 0,02 мкл шприцом Гамильтона на I0 мкл.

Показано, что твердая фаза в капилляре, так же как и первые добавленные порции воды, не ослабляют интенсивности КВЧ пучка в волноводной линии. Поглощение КВЧ излучения начинается только с некоторого характерного для каждого вещества критического значения степени гидратации H_s^* . Эта величина (с учетом содержания воды в исходном препарате) соответствует завершению образования полной гидратной оболочки. Для казеина H_s^* = 0,32 г/г, из чего следует, что появление свободной, термодинамически активной воды возникает только после насыщения поверхности биополимера молекулами сорбата из газовой или жидкой фазы и, следовательно, вся связанная белком вода не имеет ротационных степеней свободы, которые необходимы для взаимодействия с КВЧ излучением. Полученные результаты необходимо учитывать при прогнозировании эффектов воды в кожном покрове и других биологических объектах и их взаимодействие с внешним КВЧ полем.

ЭФФЕКТЫ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ И ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ГИДРАТАЦИИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ МОЧЕВИНЫ И ЕЕ АЛКИЛПРОИЗВОДНЫХ

В.А.Завизион, В.А.Кудряшова, Ю.И.Хургин

При исследовании концентрационной зависимости поглощения (α , дБ/мм) ММ излучения ($\lambda \approx 2$ мм) водными растворами различных органических неэлектролитов в широком интервале концентраций было обнаружено уменьшение поглощательной способности растворов в сравнении с вкладом в поглощение компонентов раствора $\alpha_{ад} > \alpha_{эксп}$.

При аналогичных исследованиях водных растворов мочевины (C = 0,3–I0 моль/л) установлен противоположный по знаку эффект, т.е. $\alpha_{ад} < \alpha_{эксп}$. Показано, что обнаруженное явление обусловлено увеличением вблизи молекулы мочевины количества молекул воды с вращательной подвижностью. По аналогии с гидратацией ионов по О.Я.Самойлову обнаруженное явление названо отрицательной гидратацией. Предложен молекулярный механизм разрушения структуры воды, обусловленный уникальным строением молекулы мочевины – малым расстоянием между двумя протонами NH –групп, находящимися в транс-положении к СО-группе. Выдвинутое предположение количественно подтверждается квантовохимическими расчетами молекулы мочевины и исследованиями данным методом состояния воды в водных растворах алкилпроизводных мочевины. Показано, что при замене атомов Н при NH –группах в молекуле мочевины на алкильные группы отрицательная гидратация исчезает и наблюдается, как и для большинства неэлектролитов, $\alpha_{ад} > \alpha_{эксп}$. В исследованном ряду алкилмочевин обнаружены закономерности влияния на состояние воды количества алкильных групп и их положения в молекуле алкилмочевины. По данным о гидратации проведена оценка барьера внутримолекулярного вращения вокруг связей C-N , хорошо согласующаяся с данными других физических методов.

ГИДРАТАЦИЯ МЕБИКАРА И ЕГО АНАЛОГОВ. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ МИЛЛИМЕТРОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

В.А.Завизион, В.А.Кудряшова, О.В.Лебедев,
Т.Б.Маркова, Ю.И.Хургин

Ранее для описания гидратации соединений с внутримолекулярной вращательной подвижностью – алканолов ROH и алкилмочевин $R_1R_2NC(O)NR_3R_4$ – нами были предложены индексы гидратации отдельных групп молекул в каждом ряду (аддитивная схема). В настоящей работе аналогичное исследование проведено на примере мембраноактивных циклических мочевин с ограничениями внутримолекулярного вращения – мебикара и его аналогов (таблица). Показано, что в этом ряду аддитивная схема также имеет место со следующими индексами гидратации: СО – I,0; NH – 0; CH_3 – 0,75; C_2H_5 – 3,0; CH_2OH – I,85.

Соедин.	I	П	Ш	IУ	У	УI	УП	УШ	IX
R_1	CH_3	CH_3	CH_3	CH_3	C_2H_5	C_2H_5	C_2H_5	CH_3	CH_3
R_2	CH_3	CH_3	CH_3	C_2H_5	C_2H_5	H	H	CH_3	CH_3
R_3	CH_3	CH_3	C_2H_5	C_2H_5	CH_3	C_2H_5	H	CH_3	C_2H_5
R_4	CH_3	H	H	CH_3	H	H	C_2H_5	CH_2OH	CH_2OH
$(N_в)_{эксп}$	5,0	4,2	6,4	9,0	8,3	7,0	9,0	6,I	6,4
$(N_в)_{расч}$	5,0	4,25	6,25	9,5	8,75	8,0	8,0	6,I	8,35

Обнаружено влияние особенностей пространственного и электронного строения молекул исследованного ряда соединений на величины индексов гидратации соответствующих групп молекул.

Полученные результаты могут быть использованы для оценки влияния различных мембраноактивных веществ на состояние воды и на поглощение КВЧ излучения различными биологическими средами.

ПОГЛОЩЕНИЕ ММ ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В ВОДНЫХ СРЕДАХ В ПРИСУТСТВИИ ГИДРОФОБНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Г.М.Мантрова

Реакционная способность молекул белков, играющих определяющую роль в процессах жизнедеятельности, зависит от их конфигурации, которая, в большой степени, определяется гидрофобными взаимодействиями молекул белка с водой.

Проведены исследования изменения поглощения в полосе 32-37 ГГц при мощности 4 мВт на модели при изменении температуры от I2 до 45 град. В качестве модели использована смесь воды с воздухом, образующаяся при пересыщении раствора воздуха в воде. Показано, что в величине поглощения при определенных температурах происходят резкие изменения, которые можно связать с изменением структуры воды в слое, граничащем с воздухом.

Проведены измерения поглощения мм излучения влажными семенами при изменении температуры. Показано, что в них также наблюдаются подобные переходы, которые могут определяться переходами в структуре воды у гидрофобных поверхностей белков.

Сделано предположение, что термоиндуцированные переходы, существующие в обмене веществ живых организмов, могут определяться изменением структуры воды у гидрофобных поверхностей белковых молекул.

О НЕКОТОРЫХ МЕХАНИЗМАХ КЛЕТОЧНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Л.Т.Малая, Т.Ю.Щеголева, Л.К.Бахова

Методом КВЧ диэлектрометрии исследован ряд аспектов функционирования молекулярных механизмов аденилатциклазной системы нативных эритроцитов человека. Обнаружены значительные изменения гидратации клеточных структур при биохимическом воздействии на белковые компоненты мембран, участвующие в трансмембранной передаче сигнала: адренорецепторы, *N*-белок, *Ca* каналы и т.п. Анализ проведен по результирующим изменениям комплексной диэлектрической проницаемости суспензии эритроцитов в условиях, исключающих КВЧ воздействие, на длине волны 7,56.

Обнаружены большие изменения при связывании гормонов и принципиальное отличие в перераспределении воды в гидратном окружении клеточных структур при взаимодействии гормонов и блокаторов рецепторных комплексов с мембраной. Это является следствием прямой связи комплексной диэлектрической проницаемости через гидратационные параметры с конформационными перестройками и переориентацией макромолекулярных комплексов. Эти эффекты могут иметь место при КВЧ воздействии через спусковой механизм рецепторного комплекса.

К ВОПРОСУ О ХИМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

А.К.Лященко, А.С.Лилеев

Комплексное рассмотрение воздействия КВЧ излучения должно включать анализ химических стадий процесса, однако разнообразие и сложность межчастичных взаимодействий систем оставляют небольшой выбор возможностей для построения единого описания через определяющие молекулярные параметры. Общий механизм процесса можно связать с влиянием структурного изменения воды при изменениях состава растворов и внешних факторов на гомогенные и гетерогенные равновесия. Оно показано нами экспериментально на примере комплексообразования, мембранного разделения водно-неэлектролитных смесей, высаливания газов и солей, а также кислотно-основного равновесия. Последний случай представляет особый интерес, так как биологические изменения здесь могут быть следствием минимальных воздействий.

Установлена корреляция структурных изменений воды растворов по данным диэлектрической релаксации и других структурно-чувствительных свойств с изменением функции кислотности Гаммета в 20 тройных модельных системах. Увеличение (уменьшение) структурированности воды ведет к уменьшению (росту) протонно-донорной способности среды. Так как поглощение мм излучения связывается с влиянием на структуру воды, то может быть предложена следующая схема:

поглощение мм излучения → структурные и молекулярно-кинетические изменения воды → изменение кислотно-основного равновесия → биологические изменения объекта

Первые стадии процесса должны варьировать из-за различий поглощения водными системами. Оно значительно отличается в зависимости от температуры, концентрации и вида функциональных групп растворенных молекул. Это установлено для 25 тройных и двойных водно-неэлектролитных систем по экспериментальным данным диэлектрических измерений в интервале частот 7-25 ГГц и обусловлено структурными эффектами воды в растворах.

ДИСПЕРСИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РАМКАХ МОДЕЛИ ФРЁЛИХА

Ю.П.Калмыков

Для объяснения особенностей и закономерностей взаимодействия электромагнитного излучения миллиметрового диапазона длин волн с биологическими объектами часто используют модель Г.Фрёлиха [I]. Однако это объяснение обычно носит чисто качественный характер, при этом даже остаются неопределенными феноменологические параметры модели. Один из возможных путей к количественному сравнению модели Фрёлиха с экспериментом - вычисление в рамках данной модели комплексной диэлектрической проницаемости $\varepsilon^*(\omega)=\varepsilon'(\omega)+i\varepsilon''(\omega)$, что позволит сопоставить теоретические и экспериментальные спектры поглощения. Существенный шаг в данном направлении был сделан в [2], где была разработана методика вычисления $\varepsilon^*(\omega)$ в рамках достаточно общего случая модели Фрёлиха. В данном сообщении на основе подхода [2] получена следующая расчетная формула для $\varepsilon^*(\omega)$ (в обозначениях работы [2]):

$$\frac{\varepsilon^*(\omega)-1}{\varepsilon_s-1}=\frac{\omega_0+i/\tau}{\omega_0-\omega+i/\tau}\,, \qquad (I)$$

где

$$\varepsilon_s=1+\frac{2\pi}{VkT}\sum_{j,l}|\langle j|\mu|1\rangle|^2(n_l-n_j) \quad \text{и} \quad \tau^{-1}=|\chi|^2\,\overline{\Gamma_{jl}(\hbar^{-1}\omega_{j,l})/\pi\hbar^2(n_l-n_j)}$$

– статическая диэлектрическая проницаемость и эффективное время релаксации, $\omega_0=\overline{\hbar^{-1}\omega_{j,l}}$ (черта означает усреднение).

Уравнение (I) можно использовать для определения значений параметра модели Фрёлиха χ, например, из полуширины спектра диэлектрических потерь $\varepsilon''(\omega)$.

1. Frohlich H.// Int. J.Quantum Chem.- 1968.- V.2.- P.641.
2. Paul R., Tuszynsky J.A., Chatterjee R./ Phys.Rev.- 1984.- V.30A.- P.2676.

VII. ПРИБОРЫ, ИНДИКАТОРЫ, КВЧ ТЕХНИКА, МЕТОДИКИ КВЧ ТЕРАПИИ



ОТЕЧЕСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ КВЧ ТЕРАПИИ

Л.Г.Гассанов, О.В.Бецкий, О.И.Писанко,
В.И.Пясецкий

В работе дается подробный анализ разрабатываемой и серийно выпускаемой отечественной медицинской аппаратуры и устройств для КВЧ терапии, которые призваны заменить радиоизмерительные СВЧ генераторы типа ГЧ-141, ГЧ-142, Р2-62, Р2-69 и др.

Авторы приводят описание конструктивных особенностей и основных технических характеристик приборов "Явь-1", "Электроника-КВЧ", "Инициация-2МТ", "Порог" и др.

Установка для КВЧ терапии "Явь-1" рекомендована к промышленному освоению и с сентября 1988 г. выпускается в двух вариантах: "Явь-1" - 5,6 на рабочую λ = 5,6 мм (f = 53,53 ГГц ± 10 МГц); "Явь-1" - 7,1 на рабочую λ = 7,1 мм (f = 42,19 ГГц ± 10 МГц). Плотность мощности излучения в раскрыве рупора - не менее 10 мВт/см^2. Предусмотрена возможность работы в режиме ЧМ. Энергопотребление не более 25 Вт.

Серийное освоение аппарата "Электроника-КВЧ" начнется во втором полугодии 1989 г. Согласно техническим условиям, аппарат может работать на любой фиксированной частоте ЭМИ в полосе 61 ГГц ± 3,5% с уровнем выходной мощности 5 ± 2 мВт. Реализованы режимы: НГ, ИМ и ЧМ. Встроенный таймер обеспечивает автоматическое задание и фиксацию времени процедуры в пределах 5-30 мин с шагом 5 мин. Энергопотребление не более 15 Вт.

Аппарат "Инициация-2МТ" планируется в серийный выпуск с 1990 г. и будет работать на фиксированной частоте ЭМИ 53,6 ГГц с возможностью ее плавной перестройки в пределах ± 0,2% от номинала. Выходная мощность не менее 15 мВт.

Одним из первых приборов для КВЧ терапии, в котором используется принцип воздействия некогерентным (шумоподобным) низкоинтенсивным ЭМИ, является аппарат "Порог".

В работе рассматриваются также основные создания новых перспективных устройств и аппаратов для КВЧ терапии.

НОВЫЙ СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ КВЧ ТЕРАПИИ

Н.Д.Колбун

Известные способы и устройства для КВЧ терапии, применяемые в практическом здравоохранении, имеют целый ряд ограничений и недостатков. КВЧ терапия на определенной длине волны не дает возможности подбора индивидуальной терапевтической частоты для каждого больного. Способ индивидуального подбора параметров КВЧ терапии требует непрерывной перестройки частоты излучения генератора при определении терапевтической частоты, а также не исключает побочного отрицательного действия на организм излучения сравнительно большой мощности на других нетерапевтических частотах.

Устройства для КВЧ терапии имеют относительно большие габариты и вес, что ограничивает условия их применения.

Новый подход к КВЧ терапии основан на изучении электромагнитных взаимодействий оператора с организмом человека в ММ диапазоне, когда организм больного "выбирает" для себя необходимую терапевтическую частоту от излучения рук оператора.

Способ заключается в бесконтактном воздействии на биологически активные зоны поверхности кожи генераторами КВЧ шума со спектральной плотностью мощности излучения $10^{-18} \div 10^{-17}$ Вт/Гц в широком спектре частот.

Способ и устройство исключает необходимость настройки частоты. Уменьшение спектральной плотности мощности КВЧ шума создает условия, когда организм реагирует на составляющие излучения, совпадающие с терапевтическими, не воспринимая спектральные составляющие других частот.

Способ значительно расширяет возможности применения КВЧ терапии в практическом здравоохранении, исключает подбор терапевтических частот и упрощает методику, позволяет проводить воздействие одновременно на многих терапевтических частотах. Устройство типа "Порог" является компактным, имеет малый вес, автономное питание, удобно и безопасно для медицинского персонала, может применяться в стационаре и амбулаторных условиях, а также при оказании медицинской помощи на дому.

В настоящее время создан ряд модификаций устройств типа "Порог".

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КВЧ ТЕРАПИИ

В.А.Власов, А.С.Дмитриев, В.Я.Кислов, А.И.Панас, С.О.Старков, А.В.Таран

Наличие положительных результатов исследований воздействия миллиметрового излучения низкой интенсивности на живые организмы стимулировало появление первого поколения соответствующей медицинской аппаратуры [I, 2] . В последнее время усилия разработчиков направлены на ее модификацию с целью расширения функциональных возможностей и повышения надежности при эксплуатации. В докладе рассмотрено устройство, являющееся развитием [I] и предназначенное для коррекции физиологических состояний организма при некоторых патологиях путем локального облучения рефлексогенных зон тела пациента электромагнитными волнами миллиметрового диапазона.

Конструктивно устройство выполнено в виде двух блоков: блока КВЧ и блока управления. В состав блока КВЧ входят генератор миллиметрового диапазона и элементы СВЧ тракта, необходимые для его функционирования и излучения энергии. Такое техническое решение позволяет сделать блок малогабаритным, что, в свою очередь, облегчает возможность его перемещения и заданной ориентации в пространстве при эксплуатации. В отличие от блока КВЧ блок управления является стационарным и содержит элементы низкочастотной электроники. В его состав входят: модулятор, система АПЧ, устройства контроля КВЧ блока, таймер и вторичный источник питания. Перечисленные элементы обеспечивают устройству ряд сервисных функций, отсутствующих в [I] . К их числу следует отнести автоматический контроль и подстройку уровня выходной мощности и центральной частоты генератора, сопровождаемый световой и звуковой индикацией. Наличие таймера обеспечивает работу устройства по заданной временной программе и ее запоминание.

I. М.Б.Голант, Ю.В.Дедик, Н.А.Кругляков и др. Аппарат для локального лечебного облучения электромагнитными волнами миллиметрового диапазона нетепловой интенсивности.- Электронная промышленность.- 1985.- Вып.I.- С.52.

2. А.Н.Балаба, М.Б.Голант, Л.С.Назаренко и др. Приборы для рефлексодиагностики и терапии "Электроника-КВЧ".- Электронная промышленность.- 1987.- Вып.I.- С.30-3I.

ГЕНЕРАТОР С НЕДЕТЕРМИНИРОВАННЫМ СИГНАЛОМ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Е.А.Мясин, В.Д.Котов, Ю.В.Андреев

В настоящее время в исследованиях по воздействию электромагнитных волн миллиметрового диапазона на биообъекты, а также в клинической практике по профилактике и лечению различных заболеваний используются генераторы монохроматических колебаний. Эти генераторы обычно перестраиваются по частоте и при использовании, например, в клинической практике курс воздействия проводится на фиксированной частоте или с использованием АМ и ЧМ модуляции.

Нами был создан диодный генератор с недетерминированным сигналом и полосой генерируемых частот $\Delta f \simeq$ 600 МГц при средней частоте $f_{cp} \simeq$ 42,195 ГГц. Максимальная интегральная мощность сигнала на выходе генератора, поступающая непосредственно к антенне, составила величину до 30 мВт и могла регулироваться в широких пределах. Имелась также возможность существенного обужения полосы генерируемого сигнала за счет его фильтрации (до 200 МГц при средней частоте $f \simeq$ 42,195 ГГц). Использование этих режимов работы генератора с одной стороны дает возможность сравнить результаты воздействия недетерминированного узкополосного ($\Delta f \simeq$ 200 МГц) сигнала с детерминированным сигналом при медленной модуляции его несущей частоты приблизительно в той же полосе, а с другой - выяснить, насколько критичен выбор значения ширины полосы и спектральной плоскости недетерминированного сигнала для эффективного воздействия на биообъекты.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА ДИОДЕ ГАННА ДЛЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОЙ ИНИЦИАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЬЕКТОВ

Ю.Н.Бровкин, А.В.Скринник, И.И.Соколовский

В биофизических исследованиях воздействия излучения на биологические объекты в качестве источника микроволновой мощности используются, как правило, традиционные СВЧ генераторы на электровакуумных приборах (клистронах, ЛБВ и т.п.), обладающие рядом недостатков. В настоящем сообщении излагаются некоторые технические характеристики и результаты применения для инициации миллиметровым излучением глазных яблок животных твердотельного генератора микроволновой мощности на диоде Ганна типа 3А728, выпускаемом промышленностью. Мощность генерации в пределах I-70 мВт регулируется электроуправляемым аттенюатором. Диапазон частотной перестройки с помощью короткозамыкающего поршня составляет 32-37 ГГц. Мощность к объекту поступает через рупорную антенну, содержащую волноводно-коаксиальный переход, согласующие и поглощающие коаксиальные приставки, позволяющие локализовать зону воздействия излучения на объекте и согласовать волновые сопротивления объекта и генератора. Генераторная камера содержит также стандартный детектор, позволяющий оценивать эффективность поглощения и отражения микроволновой мощности объектом. Использование специального узла крепления диода Ганна в генераторной камере, осуществляющего надежный тепловой контакт диода с корпусом волновода, обеспечивает высокую монохроматичность излучения и позволяет повысить ресурс работы диодов до I00 000 часов. Питание генератора осуществляется от низковольтного источника постоянного напряжения (I0 В). Все устройство достаточно малогабаритно (2,5х3,0хI30 $мм^3$), что позволяет использовать его как переносной прибор, обеспечивая при этом наиболее физиологичное положение объекта при облучении.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОПРОПУСКАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ И МОЛЕКУЛЯРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

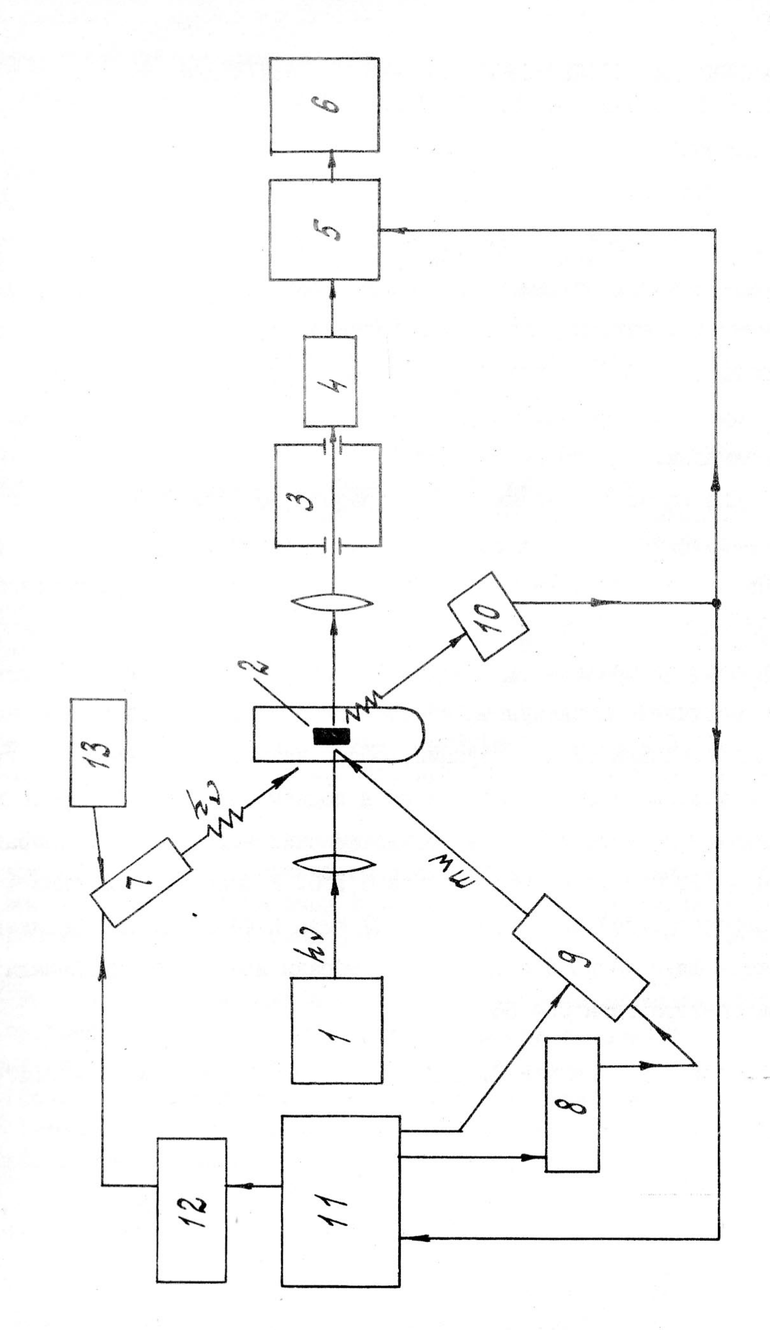
В.В.Кислов, И.Э.Невернов, А.Ю.Потапов, В.В.Файкин

Разработана автоматизированная установка для изучения влияния мощных ($P \simeq 10^7$ Вт/см^2) СВЧ импульсов (τ_u = 20 нс) миллиметрового диапазона (λ = 15 мм) на биологические и молекулярные объекты, поскольку данные воздействия могут вызвать структурные перестройки и конформационные изменения биологических структур [1]. В качестве параметра, исследуемого при воздействии СВЧ импульсов, была выбрана динамика изменения коэффициента пропускания света длин волн видимого диапазона после возбуждения лазерным импульсом на длине волны $\lambda_{h\nu}$ = 530 нм, мощностью $\sim$ 5 мВт/см^2 и длительностью 100 нс. Блок-схема установки показана на рис.1.

Образец (2), находящийся в вакуумной ячейке, что позволяет работать в диапазоне температур от 100 до 300 К, освещается непрерывным немонохроматическим светом видимого диапазона. Источник света (1), монохроматор (3), ФЭУ (4) являются частью стандартного спектрометра КСВУ-23, так что установка допускает также измерение спектральных характеристик исследуемых объектов в видимом и ближнем ИК диапазоне. Сигнал с ФЭУ (4), пропорциональный коэффициенту пропускания образца, поступает на вход запоминающего осциллографа С9-8 (5), соединенного через АЦП с ПЭВМ класса IBM - PC (6). Возбуждение биологических структур (2) производится лазерным импульсом (источник (7), блок питания (13)), а воздействие СВЧ импульса синхронизуется с ним посредством быстродействующего фотодиода (10), сигнал с которого запускает развертку осциллографа (5) и один из каналов генератора ГИН (11). Генератор низкочастотных импульсов позволяет не только запускать лазер через генератор Г5-75 (12), магнит (8) и разрядник СВЧ пушки, но и выставлять задержку СВЧ импульса относительно лазерного импульса с точностью до 1 мкс. Точность установки в определении динамики изменения коэффициента пропускания света достигает $\sim$2%.

Литература

1. Девятков Н.Д. и др. Препринт № 6(481).- М.: ИРЭ АН СССР, 1988.



УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАБОТУ ИОННЫХ КАНАЛОВ ВОЗБУДИМЫХ МЕМБРАН

И.Ю.Петров

В [I] показано, что КВЧ излучение запускает изменения $\Delta\psi$ на плазматической мембране растительной клетки, которые, вероятно, связаны с активированием АТФ синтетазных комплексов вследствие изменения четвертичной структуры белковой части комплекса. Можно ожидать, что КВЧ излучение, влияя на конформацию мембранных белков, оказывает нетривиальное действие на систему управления ионным каналом.

Для изучения влияния КВЧ на работу возбудимых мембран клеток водорослей типа "Nitella" создана установка, позволяющая исследовать влияния КВЧ на работу ионных каналов методом регистрации интегральных ионных токов в режиме фиксации напряжения на мембране и методом анализа флуктуации проводимости мембраны.

Облучение исследуемых клеток производилось в измерительной ячейке специальной конструкции, обеспечивающей изучение действия КВЧ с учетом сильного поглощения в водном растворе. Измерительная ячейка имела устройство термостабилизации в интервале температур от 4 до 70^{o}С с точностью не хуже 0,5^{o}С. В выносных головках I – У преобразователей использовались ОУ типа К744 УДIА. Для анализа спектра флуктуаций проводимости мембраны использовались анализаторы спектра типа СК4-56 и Х6-8.

I. Петров И.Ю., Бецкий О.В. ДАН. - I989. - Т.305, № 2. - С.474-476.

ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПРИ КВЧ РЕФЛЕКСОТЕРАПИИ

Л.С.Алеев, О.А.Горбунов, С.Л.Алеев, В.З.Тыднюк

Дальнейшее совершенствование методов коррекции функционального состояния организма при различных патологиях путем внешнего направленного воздействия на рефлекторные зоны тела пациента низкоинтенсивным электромагнитным излучением КВЧ диапазона во многом зависит от объективной оценки изменения функционального состояния. В Институте кибернетики им. В.М.Глушкова АН УССР разработан автоматизированный комплекс для оценки функционального состояния человека, реализованный на базе ЭВМ СМ-4, аппаратуры КАМАК, специализированного интерфейса для ввода медицинских сигналов.

В настоящее время автоматизированы следующие электрофизиологические исследования: электромиография интерференционная и стимуляционная, реография, проводится спектральный анализ ЭЭГ. Методы инструментальных исследований поддерживаются средствами автоматизированного заполнения базы данных (паспортные данные, условия регистрации, параметры анализа сигналов), диалоговым интерфейсом для ввода данных акупунктурной диагностики по реодораку: что облегчает анализ динамики состояния человека во время сеанса, курса и между курсами лечения, позволяет проводить статистические расчеты.

Подпрограммы выделения характеристических точек реографических кривых и расчета основных показателей могут работать в реальном масштабе времени. Наличие в системе программ управления генератором Г-I42 позволяет проводить управляемые электрофизиологические исследования.

Работа комплекса показана на примере оценки динамики изменения кровообращения в области печени у больных с язвой желудка в течение всего курса лечения.

Осуществляется перевод программного обеспечения системы на ПЭВМ серии IBM PC, разрабатываются специализированные модули интерфейсов связи с медицинскими и КВЧ приборами.

РЕЗОНАНСНАЯ КВЧ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТВОРОВ И БИОПРЕПАРАТОВ

Е.В.Беляков, Г.Ф.Бакаушина, В.А.Кудряшова, Ю.И.Хургин

Информативность и перспективные возможности КВЧ методов исследования биообъектов в настоящее время используются неполно вследствие недостаточной разрешающей способности применяемой измерительной аппаратуры.

Разработана высокочувствительная измерительная установка КВЧ диапазона, принцип действия которой основан на использовании волноводно-диэлектрического резонанса поверхностных волн в проточном кюветном устройстве с образцом (авт.свид. № I307315, получено решение по заявке № 4253904).

Разрешающая способность сравнительных измерений диэлектрических параметров поглощающих жидкостей в КВЧ диапазоне достигает 10^{-4}, что позволяет:

- определять количество "свободной" и "связанной" воды в биопрепаратах;

- проводить исследования гидратации биополимеров в нативном состоянии (при концентрациях в водных растворах порядка I%);

- регистрировать изменения структуры воды и макромолекул в растворах и препаратах;

- контролировать малые изменения состава и концентрации растворов (порядка 0,I...0,0I%).

Предложена оперативная методика сравнительных измерений диэлектрических параметров биожидкостей при расходе не более 0,5мл.

Приведены результаты исследований препаратов белков и аминокислот, культур клеток, модельных растворов, плазмозамещающих препаратов.

КОМПЛЕКТ ВОЛНОВОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТРОЛОГИИ И СОГЛАСОВАНИЯ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ С БИООБЪЕКТАМИ

Г.Ф.Бакаушина, Е.В.Беляков, Н.Б.Зиновьева, В.А.Маслихин, А.М.Храпко

Использование упрощенных, неполностью укомплектованных волноведущих трактов при исследованиях взаимодействия КВЧ излучения с биообъектами ограничивает возможность контроля, регулировки и согласования КВЧ сигнала. Это значительно затрудняет сопоставление данных различных экспериментов и ухудшает воспроизводимость результатов.

Разработан специализированный комплект элементов волноводного тракта в сечении 5,2х2,6 мм и 3,6хI,8 мм для обеспечения медико-биологических исследований в КВЧ диапазоне.

В состав комплекта входят направленные ответвители, детекторные головки, согласованные нагрузки, Е и Н повороты, скрутки, гибкие волноводы, переменные ослабители и фазовращатели, аппликаторы и кюветные устройства.

Применены новые, более эффективные конструкции ряда элементов, существенно повышена технологичность стандартных конструкций.

Комплект может использоваться для измерения коэффициента поглощения и КСВ образцов в диапазоне частот 37...53 ГГц и 53...78ГГц, для контроля уровня падающей, отраженной и поглощенной мощности в режиме облучения, для оптимизации согласования КВЧ излучения с различными биообъектами.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВОЛНОВОДНЫЕ УСТРОЙСТВА КВЧ ДИАПАЗОНА ДЛЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЙ

И.В.Аверкиева, С.В.Беляков, Е.В.Беляков, Б.А.Мурмужев

В настоящее время медицинскую аппаратуру и лабораторные установки для медико-биологических исследований КВЧ диапазона создают на основе волноводных устройств, ранее разработанных для применения в радиотехнических системах. Они сложны в изготовлении и при этом лишь частично удовлетворяют требованиям, предъявляемым в экспериментах по исследованию взаимодействия мм волн с различными классами биообъектов и в медицинской аппаратуре, ориентированной на массовый выпуск.

В работе сообщается о разработке нового поколения КВЧ устройств на основе нетрадиционных линий передачи, которые могут значительно расширить возможности медико-биологических исследований.

Сверхширокополосные кюветные устройства увеличенного поперечного сечения со свободным доступом в рабочую зону на основе желобкового волновода могут использоваться:

- для одночастотного и многочастотного облучения объектов и препаратов в диапазоне частот от 25 до 400 ГГц;
- для измерений спектров поглощения в том же диапазоне;
- для комбинированного воздействия (низкочастотными магнитными и электрическими полями, ультразвуком, лазерным облучением и др.) совместно с мм волнами;
- для воздействия мм волнами или комбинированного воздействия с одновременным контролем вызываемых эффектов по изменению радиофизических параметров объектов.

КВЧ устройства (направленные ответвители, вентили, модуляторы и др.) на основе зеркального диэлектрического волновода позволяют создавать дешевые малогабаритные модули для медицинской аппаратуры в интегральном исполнении.

ОБЛУЧАТЕЛИ КВЧ ДИАПАЗОНА ДЛЯ АППАРАТУРЫ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.В.Мериакри, Л.И.Пангонис, Е.Е.Чигряй

В аппаратуре, применяемой в клиниках, используются в качестве облучателей либо открытый конец волновода одноволнового сечения, либо рупор в сочетании с диафрагмой из поглотителя. В обоих случаях размер пятна составляет 0,5-I,5 см. При этом в первом случае облучение осуществляется всей энергией, излучаемой из открытого конца, однако имеет место значительная неравномерность интенсивности в пятне, а во втором - часть энергии поглощается в материале диафрагмы, но, поскольку засвет производится только центральной частью пятна, облучаемая поверхность освещена равномерно.

Существующие методики применения КВЧ в медицине требуют более широкого набора облучателей. Здесь могут найти применение контактные облучатели с малыми площадками засвета (до I мм и менее) с резким контуром по границе пятна, облучатели "ножевого" типа со значительной протяженностью области засвета (при облучении хирургических швов), а также облучатели погруженного типа (для обработки биологических растворов и полостей) с равномерным засветом больших площадей.

В работе обсуждаются характеристики облучателей перечисленных типов, разработанных с использованием линий передачи, нетрадиционных для КВЧ - коаксиала специальной формы, линии Губо и др.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВОЛНОВОДЫ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ

Б.А.Рябов, О.И.Ковалев, Ю.В.Куранов

При применении диэлектрических волноводов для подвода КВЧ энергии к биологическому объекту обеспечиваются:

- простыми средствами широкополосное согласование тракта;
- в связи с гибкостью - комфортные условия для пациентов и облегчение труда медицинского персонала.

Гибкий тракт для диапазона частот 53,57÷78,33 ГГц разработан в двух вариантах:

- с внешним пористым полимерным рукавом, исключающим касание посторонних предметов полимерного волноведущего стержня;
- с дополнительным гибким фиксирующимся металлическим рукавом, обеспечивающим бо́льшую механическую прочность конструкции и фиксацию положения тракта в пространстве.

Форма, геометрические размеры волноведущего стержня выбраны по критериям малого уровня затухания основной волны на изгибе ($\alpha_u < 10^{-3}$ дБ/рад) и максимальной ширины одноволновой области. Геометрические размеры выбраны больше принятых в данном диапазоне частот в I,4 раза (4,5x2,25 мм^2), что обеспечивает бо́льшую локализацию поля около волноведущего стержня, меньшее затухание на изгибе. В стандартном волноводе допустимы радиусы изгиба не менее 20λ (λ - длина волны свободного пространства), при увеличенных размерах - не менее 9λ. Тепловые потери волноводного ядра увеличенного размера возрастают на высокочастотной границе диапазона с 2 до 2,2 дБ/м, в низкочастотной части диапазона с I до I,5 дБ/м.

Тракт оканчивается с одной стороны диэлектрической насадкой, в которой закреплен конец волноводного ядра, с другой стороны - переходом на металлический волновод. На практике достигается КСВН менее I,5. Насадка может быть съемной. При этом возможна регулировка эффективного размера поля на выходе тракта.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОГЛОЩЕНИЯ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ В МОДЕЛЬНЫХ И КОЖНЫХ ПОКРОВАХ

О.В.Бецкий, В.В.Тяжелов, Е.П.Хижняк, Ю.Г.Яременко

Проведен цикл экспериментов по визуализации КВЧ полей на модельных фантомах при облучении в ближней зоне излучателей и оценена возможность этого метода применительно к активным медико-биологическим экспериментам. В качестве излучателей использовались различные рупорные и диэлектрические антенны. Поглощение ЭМИ КВЧ регистрировалось с помощью ИК термовизионной системы AGA-780 с применением гелевых и жидкостных фантомов-мишеней толщиной 0,I-0,5 мм непосредственно во время облучения, что позволило наряду со стационарной картиной поля оценить значение удельной поглощаемой мощности (УПМ) по скорости роста температуры для различных областей.

Показано, что поле рупорных антенн имеет крайне неравномерный характер в зависимости от условий согласования излучателя с поглощающим объектом. Различия в распределении УПМ в фантомах-мишенях и распределении поля на раскрыве рупора, излучающего в свободное пространство, достигает I0 дБ. Локальные значения УПМ в биологических тканях могут на порядок превышать усредненные по раскрыву рупора значения, причем значительная часть энергии может локализоваться в одном или нескольких пятнах размером $\sim\lambda$.

При использовании диэлектрических антенн не выявлено столь выраженных неравномерностей поля. Для облучения в ближней зоне конфигурация диэлектрических антенн должна отличаться от обычно применяемых в технике КВЧ.

Рассмотрены возможности термовизионного метода для проведения количественных измерений и калибровки излучателей. При облучении биообъектов в ближней зоне излучателей выявленная сложность и изменчивость распределения УПМ должна учитываться при проведении любых медико-биологических экспериментов.

СРАВНЕНИЕ ЗОНДОВОЙ И ТЕРМОВИЗИОННОЙ МЕТОДИК РЕГИСТРАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ КВЧ ПОЛЕЙ В КОЖНЫХ ПОКРОВАХ

Г.Т.Буткус, Е.П.Хижняк, Ю.Г.Яременко

Известно применение зондовой [I] и термовизионной [2] методик для картирования распределений КВЧ полей в биологических объектах. Однако сопоставления результатов измерений с использованием двух указанных методик не имеется. Очевидно, что этими методами измеряются разные параметры: в первом случае - напряженность поля в области зонда, во втором - распределение УПМ, причем второй метод принципиально не вносит искажений в картину распределения поля, что не очевидно для первого метода. Нам представлялось целесообразным совмещение двух методик в одном эксперименте, так как это может дать новые сведения о структуре полей и особенностях применения каждого из методов.

В эксперименте рупором облучались плоские гелевые и жидкостные фантомы-мишени. ИК термовизор А G А-780 регистрировал распределение УПМ. Перемещаемый миниатюрный зонд [I] регистрировал распределение полей перед мишенью и за ней. Показано, что введение зонда между апертурой рупора и фантомом-мишенью, несмотря на малые размеры зонда, существенно меняет распределение УПМ в мишени, вплоть до инвертирования картины поля, регистрируемой термовизором. Перемещение зонда за мишенью вносит существенно меньшие искажения в распределение УПМ в мишени. Однако интерференционный характер регистрируемого зондом поля сохраняется и за мишенью как в плоскости, параллельной плоскости мишени, так и при удалении зонда от мишени.

Проведенные эксперименты позволили уточнить соотношения между параметрами поля, измеряемыми двумя методами в условиях облучения в ближней зоне, и определить особенности применения зондовой методики.

I. Г.Т.Буткус и др. Медико-биологические аспекты ММ излучения: Сб. ст. - М.: ИРЭ АН СССР. - 1987. - С.230.
2. О.В.Бецкий и др. ММ волны в медицине и биологии: Сб.ст. - М.: ИРЭ АН СССР. - 1989. - С.258.

АВТОНОМНЫЙ ИНДИКАТОР КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ

В.Г.Сычев, Н.Г.Яременко, Ю.Г.Яременко

Широкое применение КВЧ терапии в практической медицине требует контроля за уровнем облучения (его наличия) в каждом сеансе КВЧ терапии. Такой контроль должен быть доступен среднему медперсоналу, проводящему сеанс. Наиболее привычным является вариант контроля при УВЧ терапии - медсестра подносит к излучателю "неонку" и по ее свечению убеждается в исправности аппаратуры. Однако из-за низкой интенсивности излучения при КВЧ терапии применить в качестве индикатора обычную "неонку" не удается.

Поэтому была предложена схема индикации из следующих элементов: СВЧ детектора, усилителя постоянного тока (УПТ) и светодиода. Специальная детекторная камера отсутствует, СВЧ диод помещен между тефлоновой линзой и параболическим отражателем. Это хотя и несколько уменьшило чувствительность индикатора, но значительно удешевило его и обеспечило широкополосность.

УПТ собран по обычной схеме - преобразователь напряжения, операционный усилитель на дешевых микросхемах (К548УНIА, КI76ЛА7). Для повышения отношения сигнал-шум используется схема совпадения (К56IЛА9), которая накапливает полезный сигнал синхронно с импульсами преобразователя напряжения. В выходной каскад УПТ включен светодиод АЛI02БМ. Для питания используются 3 элемента А3I6.

Чувствительность такой схемы выше I00 мкВт, что вполне удовлетворяет любым медицинским применениям для КВЧ терапии. Индикатор был успешно апробирован в нескольких клиниках. При массовом производстве его стоимость будет ~ 30-50 руб.

СОГЛАСОВАНИЕ ГРАНИЦЫ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ МИЛЛИМЕТРОВЫМИ ВОЛНАМИ

Е.Е.Чигряй, Ю.Г.Яременко

В опытах по облучению биологических растворов из-за отражения части энергии от границы раздела в промежутке между рупором и границей возникает режим "стоячей волны". В этом случае распределение поля в плоскости границы раздела существенным образом зависит от расстояния границы до плоскости среза рупора. Часть энергии не попадает в раствор, что затрудняет количественную оценку части энергии, проникающей в объект. Оценки показывают, что при падении плоской волны на границу воды на волнах λ = 5-8 мм часть отраженной энергии составляет около 50%.

Помещение на границе раздела согласующей пластины позволяет устранить отражение, создать режим "бегущей волны", устранить зависимость распределения поля в промежутке между рупором и границей раздела от расстояния между рупором и границей.

В работе обсуждаются следующие вопросы: расчет электрических параметров согласующей пластины при заданных диэлектрических параметрах согласуемой среды, диэлектрические свойства воды на волнах λ = 5-8 мм и зависимость этих свойств от температуры, возможные пути практической реализации согласующих пластин для водных растворов, расчет диапазонных свойств согласующих пластин и др. Создано программное обеспечение обсуждаемых вопросов, что позволяет оперативно учитывать изменение ситуации в схеме облучения.

Разработанная методика согласования применима также при лечебном облучении в различных модификациях (в сочетании с рупором, с открытым концом волновода и т.п.).

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. ПРИМЕНЕНИЕ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ

П. ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

IУ. ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

У. КВЧ ДИАГНОСТИКА И ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ

УI. МИЛЛИМЕТРОВАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ, ДИЭЛЕКТРОМЕТРИЯ

Ответственный за выпуск профессор Олег Владимирович Бецкий
Технический редактор М.А.Гайдук

Подписано в печать 20/Х-I989 г. Т.II638.
Формат 60х84 I/I6. Объем I0,0 усл.п.л. Тираж 500 экз.
Ротапринт ИРЭ АН СССР. Зак.322.

